ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

DES FERMENTS ORGANISÉS

De leur origine et du rôle qu'ils sont appelés à jouer dans les phénomènes naturels.



PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

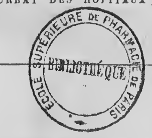
Le Avril 1869,

POUR OBTENIR LE TITRE DE PHARMACIEN DE 2e CLASSE POUR LE DÉPARTEMENT DE LA SEINE,

Par Jules-Edmond DUVAL,

Né à Neufchâtel-en-Bray (Seine-Inf.),

INTERNE LAURÉAT DES HÔPITAUX DE PARIS.



NEUFCHATEL-EN-BRAY,

IMPRIMERIE DE Th. DUVAL,

Petite rue Notre-Dame.

1869.

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

DES

FERMENTS ORGANISÉS

De leur origine et du rôle qu'ils sont appelés à jouer dans les phénomènes naturels.



PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

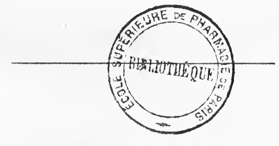
Le Mars 1869,

POUR OBTENIR LE TITRE DE PHARMACIEN DE 2e CLASSE POUR LE DÉPARTEMENT DE LA SEINE,

Par Jules-Edmond DUVAL,

Né à Neufchâtel-en-Bray (Seine-Inf.),

INTERNE LAURÉAT DES HÔPITAUX DE PARIS.



NEUFCHATEL-EN-BRAY,

IMPRIMERIE DE Th. DUVAL,

Petite rue Notre-Dame.

1869.

ADMINISTRATEURS.

MM. Bussy, Directeur.
Chatin, Professeur titulaire.
Chevallier, Professeur titulaire.

PROFESSEUR HONORAIRE.

M. Caventou.

PROFESSEURS.

MM. Bussy	Chimie inorganique.
Berthelot	Chimie organique.
Lecanu Chevallier	Pharmacie.
Chatin	Botanique.
A. Milne-Edwards	Zoologie.
N.	Toxicologie.
Buignet	Physique.
Planchon	Histoire naturelle des médicaments.

PROFESSEURS DÉLÉGUÉS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE.

MM. Bouchardat.
Gavarret.

AGRÉGÉS.

MM. Lutz.
L. Soubeiran.
Riche.
Bouis.

MM. Grassi.
Baudrimont.
Ducom.

Nota. — *L'Ecole ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

PRÉPARATIONS PHARMACEUTIQUES

Pour le troisième examen de pharmacien.

PHARMACIE GALÉNIQUE.

Sirop d'orgeat.

Pulpe de casse.

Extrait de petite centaurée.

Eau de Cologne.

Baume Nerval.

PHARMACIE CHIMIQUE.

Chlorure de baryum.

Protochlorure de mercure par précipitation.

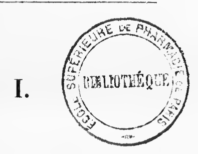
Kermès minéral.

Soufre doré d'antimoine.

Tartrate de potasse et de soude.

DES FERMENTS ORGANISÉS

De leur origine et du rôle qu'ils sont appelés à jouer dans les phénomènes naturels.



I.

Avant l'heureuse application du microscope à la chimie et à la physiologie, l'histoire des ferments est restée dans la plus profonde obscurité.

Dès les temps les plus reculés, cependant, le phénomène des fermentations était connu de tout le monde. L'usage des boissons fermentées, chez les divers peuples, remonte, en effet, à la plus haute antiquité ; mais, on voyait le phénomène se produire, on le provoquait même artificiellement, sans s'inquiéter de lui donner une interprétation rationnelle. Comment se faisait-il que le jus de raisin, livré au contact de l'air subissait une modification qui, de matière douce et mielleuse, le transformait peu à peu en une boisson chaude, spiritueuse et privée définitivement de toute saveur sucrée? comment se faisait-il que ce même suc, devenu vin, abandonné de nouveau à lui-même, s'acidifiait et perdait son esprit pour se transformer en vinaigre? On n'en savait rien, et l'on ne tenait pas à le savoir.

Les premiers savants qui s'occupèrent des réactions des corps les uns sur les autres ne pouvaient passer ces phénomènes sous silence, et ils durent s'occuper de la question des fermentations. Selon eux, les modifications profondes opérées pendant ces actes étranges sont dus à de simples échanges moléculaires entre les divers éléments de la matière organique, échanges résultant d'un mouvement spontané autant que mystérieux, qui, engendré dans la masse liquide, la tourmentait avec violence jusqu'à ce qu'une transmutation intime et complexe se soit opérée au sein du mélange fermentescible. Véritable Protée, la matière organique abandonnait d'elle-même sa forme primitive pour revêtir un nouvel aspect, s'engager dans de nouvelles combinaisons; mais toutefois, différente de celui-ci, elle n'avait pas la faculté de recouvrer ses attributs antérieurs ; ce qu'elle avait perdu, elle ne pouvait le reprendre. Quoique purement idéale, c'était là une conception pittoresque, et qui avait le mérite de ne pouvoir trouver de contradicteur sérieux.

Le créateur de la chimie, Lavoisier, savait déjà que les produits principaux de la métamorphose des principes renfermés dans les jus sucrés naturels, sous l'influence de la levûre de bière, étaient, d'une part, l'alcool, et d'autre part, un gaz délétère, l'acide carbonique. Pour lui, la somme des poids de l'acide carbonique dégagé, et celle de l'alcool qui restait dans le liquide, représentait exactement celle du sucre mis en expérience. Mais quel pouvait être la cause initiale, le mobile réel de cette grande métamorphose? Il l'ignorait, ainsi que les savants de son époque.

Au fur et à mesure que la chimie organique prenait du terrain, et qu'abandonnant les idées plus ou moins chimériques de la scolastique, elle classait par groupes distincts les divers principes immédiats tirés de l'organisation végétale ou animale, l'étude approfondie des propriétés des matières albuminoïdes vint jeter un jour tout nouveau sur les fermentations en général.

En même temps, les physiologistes, les micrographes, étudiaient la question sous un autre point de vue. Deux sciences positives, la chimie et l'histoire naturelle, marchaient donc parallèlement pour étudier le même phénomène sous deux faces différentes, et aujourd'hui encore c'est sur le même terrain que nous retrouvons l'étude des ferments.

Peut-on donner au mot ferment une signification générale se rattachant à l'agent producteur de toutes les fermentations, quelles qu'elles soient? Dans l'état actuel de nos connaissances, il est difficile de répondre.

Communément, l'on désigne sous le nom de ferment toute substance capable de développer la fermentation, c'est-à-dire tout corps apte à produire le dédoublement d'un autre corps, alors même qu'il se trouve en contact immédiat avec lui. Or, il existe à cet égard une confusion fâcheuse, et l'on tend ainsi à classer dans le même ordre des phénomènes qui sont cependant bien différents.

Quelle relation y a-t-il entre la levûre de bière, corps organisé, susceptible de se reproduire de lui-même, et l'*émulsine*, substance inerte et amorphe, retirée artificiellement des cellules huileuses qui constituent le parenchyme des amandes? Quel rapprochement peut-il exister encore entre cette même lie vivante et la *pepsine*, matière azotée complexe fournie par les membranes de l'estomac, et qui paraît avoir pour fonction de liquéfier les aliments plastiques introduits au sein du viscère qui la secrète?

Prenons un troisième exemple, et, pour plus de précision, procédons par analogie. On trouve dans les graines de crucifères un principe particulier auquel on a donné le nom de *myrosine*. Cette substance, de même que l'émulsine des amandes, est amorphe, et ne jouit par elle-même que de propriétés purement passives. Vient-on à mettre cette myrosine inactive en présence d'un peu d'eau tenant en dissolution une matière saline isolée des mêmes semences, le myronate de potasse, immédiatement un nouveau corps se produit, corps volatil irritant fortement les yeux et les organes respiratoires; on a fabriqué de toutes pièces l'essence de moutarde. L'action de cette myrosine engendrant en présence de l'eau et de l'acide myronique le sulfocyanure d'allyle n'est autre chose que la théorie chimique du synapisme. Mais, encore une fois, quel rapport peut-on formuler entre ce corps et les ferments qui ont une vie propre et indépendante? La myrosyne est le produit de l'art; or, l'art n'a pas la prétention de créer des êtres; c'est une substance chimique définie, c'est un glucoside particulier. La levûre, au contraire, est une cellule bien petite sans doute, mais cette cellule vit et respire : naître, s'accroître, reproduire et mourir, voilà sa

destinée, et quant au rôle qu'elle doit remplir dans l'intervalle de sa naissance et de sa mort, c'est un rôle lent, progressif, un rôle tout physiologique, en un mot, et qui n'a rien de commun avec le mode d'action brusque et spontané de la myrosine et de tous les principes protéiques qui sont les intermédiaires inintelligents de tant de métamorphoses dont, quant à présent du moins, le mécanisme réel n'est nullement définissable.

Ces dissemblances étant suffisamment marquées, l'on ne voit pas pourquoi l'on persiste encore à ne faire qu'une seule et même classe de ferments. Que, dans plusieurs cas, l'homme cherche à lier des rapprochements entre les phénomènes naturels et ceux qui sont faits de toutes pièces au sein de nos laboratoires, rien n'est plus louable, et la science ne peut que gagner à cette fusion intime des procédés de la nature et de l'art. Mais, il faut bien l'avouer, pour le sujet qui nous occupe, la similitude est assez difficile à saisir, et il paraît préférable, à l'heure qu'il est, de diviser en deux l'étude des ferments que de tomber dans des généralités qui, loin de simplifier la question, la compliquent et l'embrouillent singulièrement.

Nous distinguons donc deux variétés de ferments, et sans retirer ce nom aux substances organiques qui sont reconnues agir par simple action de contact ou en vertu d'une force catalytique particulière, nous nous bornons à parler des ferments organisés en tant qu'êtres actifs, s'organisant et se développant par le seul fait des milieux fermentescibles auxquels ils empruntent leur nourriture. Nous cherchons quelle doit être l'origine de ces êtres, et nous disons quelques mots sur le rôle immense et multiple, selon toute probabilité, qu'ils sont appelés à jouer dans la création.

II.

Il existe des animaux ferments et des végétaux ferments. La découverte de ces êtres microscopiques remonte assez loin, et beaucoup de naturalistes, parmi lesquels il faut surtout citer Leewenhoeck, Schwann, Turpin, Desmazières, Cagniard de Latour et Pouchet, les ont observés et décrits depuis assez longtemps. Mais c'est particulièrement à M. Pasteur que l'on doit les recherches les plus originales et les plus complètes sur leur manière de vivre. Seul, M. Pasteur a su tenir tête à Liebig et à ses partisans, touchant le mode d'agir des ferments organisés, et non-seulement il a pu formuler d'une manière théorique, mais il a maintes et maintes fois prouvé par des expériences péremptoires que les fermentations, loin d'être la conséquence de la désorganisation et de la mort des ferments, étaient, bien au contraire, corrélatives de leur développement et de leur vie.

A l'heure qu'il est, les deux doctrines opposées se rencontrent encore à l'horizon de la science; mais, dégagés que nous sommes de toute opinion préconçue, et peu compétents, d'ailleurs, à prononcer un jugement, en tant que conception purement chimique, nous n'avons nullement la prétention de nous mêler au débat.

Lorsqu'on descend jusqu'aux derniers degrés de l'échelle des êtres, et qu'on tend à rapprocher leurs fonctions de celles des animaux et des végétaux supérieurs, on éprouve quelque embarras, et ce n'est pas sans fondement. Ce serait une illusion de croire, en effet, que les microphytes et les microzoaires, par cela seul qu'ils sont les représentants de la vie, ont des rapports communs avec les êtres visibles doués d'organes plus compliqués. Si la cellule est purement et simplement cellule, c'est afin de se prêter plus facilement aussi à

divers actes qui sont en-dehors des lois ordinaires. Les terrains où elle doit végéter, les conditions dans lesquelles elle doit subir son accroissement, sont loin d'être identiques avec les nôtres, et l'on ne saurait donc, avec un peu de réflexion, s'étonner de dissemblances nécessairement fatales. Il faudrait faire un traité de physiologie tout spécial pour ces organismes infimes ; ce serait un édifice d'un nouveau style à élever, et M. Pasteur en a déjà posé la première pierre.

On n'a bien étudié jusqu'à présent qu'un assez petit nombre de ferments.

Les ferments végétaux appartiennent tous à l'immense famille des champignons ; mais, à proprement parler, ce ne sont que les champignons en miniature d'autres champignons en miniature. Les ferments animaux sont tous des infusoires du dernier ordre. Les uns et les autres, comme tous les êtres microscopiques, sont formés de cellules généralement isolées, à parois simples, susceptibles de se reproduire par bourgeonnement ou fissiparité.

L'agilité propre des ferments animaux est bien différente du mouvement brownien. La confusion, d'ailleurs, n'est pas possible, attendu que, dans quelque cas qu'on les ait observés, on les a vus invariablement constitués par des vibrions, disséminés par milliers au milieu du liquide qu'ils ébranlent en tous sens, ou formant une sorte de voile proligère près de la surface de leur océan d'activité.

La manière dont se fait l'assimilation chez les êtres cellulaires est absolument uniforme. Ils absorbent leurs aliments liquides ou reçoivent leurs impressions respiratoires à l'aide d'un mécanisme très-simple découvert par Dutrochet, et qui n'est autre chose que l'acte purement physique de l'osmose, exalté sous l'influence des forces vitales. Il est à remarquer, en passant, que cet acte est souvent renversé en ce qui concerne la nutrition des ferments. Dans l'échange osmotique, en effet, c'est presque toujours l'endosmose qui l'emporte, d'après l'ordre habituel des densités du liquide extérieur et de celui qui remplit les tissus. Mais, dans la fermentation des substances sucrées, par exemple, où le liquide extérieur est souvent très-dense, on est tenté d'admettre que la cellule ferment doit céder beaucoup plus de son contenu soluble au milieu ambiant par l'effet de l'exosmose, qu'elle ne lui emprunte par l'effet contraire. Sans tirer aucune conséquence de ce fait, qui

méritcrait une vérification spéciale, cette prédisposition exosmotique des cellules ferments semblerait parler en faveur de la théorie, qui admet que les globules de levûre n'agissent qu'en abandonnant aux liquides leur contenu protéique, ce qui les rapproche tout-à-fait des ferments purement organiques. La grande et belle conception de M. Berthelot, touchant les ferments organisés, paraîtrait donc pouvoir s'étayer ici d'un nouvel argument. Mais, nous le répétons, discuter sur ce sujet serait sortir de notre programme, et nous ne nous y arrêterons pas davantage.

— Le ferment végétal qui a exercé le plus la sagacité des savants, est la levûre alcoolique, propre à développer la fermentation de tous les liquides sucrés susceptibles de se dédoubler en alcool et acide carbonique. C'est le ferment type, le ferment par excellence. On le nomme improprement levûre de bière, parce que c'est sur cette boisson qu'on le recueille de préférence, à cause de la facile reproduction qu'il y subit. Mais, cette expression est d'autant plus vicieuse qu'elle tombe dans un cas particulier qui ferait supposer une levûre particulière à la bière, tandis que cette levûre est la même pour tous les sucs exprimés des tissus végétaux qui renferment des sucres appartenant aux types saccharose ou glucose.

La levûre alcoolique retirée de l'écume mousseuse qui revêt la surface des liquides sucrés en fermentation se présente sous la forme de globules ovoïdes de un à quatre centièmes de millimètre de diamètre. Ces globules sont isolés ou réunis par groupes formant autant de chapelets simples ou rameux produits par la juxtaposition des mêmes corpuscules placés bout à bout. Chaque globule, observé isolément, présente une certaine résistance à la pression, à cause de l'élasticité de ses parois, et dans son intérieur on aperçoit, baignés dans un liquide mobile, un et plus généralement plusieurs granules réfringents en voie de formation.

L'accroissement du globule de levûre est facile à suivre, si on place un ou plusieurs de ceux-ci entre deux lames de verre, dans une goutte de décoction de levûre sucrée, dont on empêche l'évaporation en entourant la lamelle supérieure d'un vernis au bitume de Judée. Au bout d'un temps plus ou moins long, qui varie avec la température, on voit alors chaque globule se déformer. Bientôt un des côtés de la

paroi fait saillie dans le liquide environnant; petit à petit, l'appendice s'accroît, se rétrécit lui-même vers son point d'origine, et au moment où il a acquis à peu près le volume de l'utricule mère, il n'a plus de solidarité avec elle, et, soit en restant adhérent à sa membrane génératrice, soit en s'en détachant, il doit vivre désormais pour lui et perpétuer de la même manière cette végétation bourgeonnante. C'est pendant cette évolution progressive que le globule de levûre accomplit son rôle physiologique.

Voilà pour la nature et le développement de chaque cellule de levûre. Celle-ci représente à elle seule un végétal complet, et Desmazières lui a donné le nom de *mycoderma cerevisiæ*. Elle ne devrait plus porter ce nom aujourd'hui, et pour les mêmes raisons que nous avons exposées un peu plus haut, il serait certainement plus logique de l'appeler *mycoderma sacchari*, et mieux *mycoderma glycosi*, étant bien reconnu que le sucre de canne ne fermente pas directement, mais seulement après qu'il s'est assimilé les éléments d'une molécule d'eau, c'est-à-dire après qu'il s'est transformé en glucose.

On remarque, notamment pendant la fermentation de la bière, que, par suite du tumulte de la masse, une partie de la mousse supérieure tombe au fond des cuves, où elle vient former un précipité jaunâtre. On recueille même parfois ce sédiment, et c'est lui qu'on emploie d'ordinaire pour la fabrication de la bière de Bavière. De là, distinction de deux levûres : la levûre supérieure et la levûre inférieure. D'après Mitscherlich et d'autres chimistes allemands, la dernière aurait un mode de reproduction différent de la première, et au lieu de pousser par bourgeonnement, ce serait en épanchant au-dehors ses granulations internes qu'elle se perpétuerait. Toutes les observations de M. Pasteur lui font rejeter cette opinion, et, selon lui, la levûre inférieure serait tout-à-fait identique à l'autre, à cette seule différence près, qu'étant plus vieille, et partant plus développée, les granulations qui la remplissent alors la rendraient plus lourde, et qu'elle tomberait, pour ainsi dire, de son propre poids au fond des vases. Il est, au reste, un fait acquis à l'expérience, c'est que la levûre inférieure est beaucoup moins active que la levûre supérieure, ce qui serait une confirmation de son ancienneté et de sa véritable nature.

D'après M. Pouchet, le phénomène du bourgeonnement des levûres

n'offre qu'une fausse apparence, et il n'a jamais vu, dit-il, la levûre qui se développe sur le jus de pommes avoir un autre mode d'accroissement que l'accroissement intrà-cellulaire.

M. Trécul, savant botaniste et membre de l'Institut, dans plusieurs rapports qu'il a présentés l'an dernier à l'Académie des Sciences, revient sur cette question, et il affirme de nouveau que, dans les circonstances physiologiques normales, la levûre se reproduit par bourgeonnement. Mais, dans des milieux pauvres en matières assimilables, elle concentrerait en elle-même ses principes nutritifs, et aurait alors un développement endospore.

Nous avons été témoins nous-mêmes bien des fois du phénomène du bourgeonnement de la levûre dans les circonstances qui ont été indiquées plus haut. Mais il faut ajouter que, quoi qu'il en soit, cette étude n'a de valeur réelle qu'au point de vue phytotomique, et nullement pour celui du rôle physiologique, bien autrement important de notre mycoderme.

— La plante qui, au point de vue de son importance scientifique ou industrielle, vient immédiatement après le *mycoderma glycosi*, est celle qui, en se développant à la surface des liquides alcooliques soumis à l'acétification, est connue des fabricants sous le nom de fleur du vinaigre. M. Pasteur lui donne avec raison le nom de *mycoderma aceti*.

On la trouve sous la forme de membranes tenaces, visqueuses au toucher, formées par la réunion de milliers d'individus.

Chaque végétal, considéré isolément, se montre formé par une utricule, échancrée à sa partie médiane, et dont le diamètre moyen est de un millième de millimètre. Ces utricules sont environ moitié plus longues que larges, et réunies ordinairement en chapelets constitués par des amas de quinze, vingt et même trente utricules empilées bout à bout. Comme le *m. glycosi*, elles s'accroissent en s'allongeant, mais l'allongement se fait alors à leurs deux extrémités à la fois, tandis que l'étranglement de la partie médiane devient de plus en plus apparent, et finit bientôt par former une cloison complète.

Que le vinaigre soit fabriqué par la méthode d'Orléans ou au moyen du vin, par la méthode allemande ou au moyen de l'eau alcoolisée préalablement vinaigrée, on observe toujours le même végétal, et c'est lui seul qui produit l'acétification.

— A côté de celui-ci, l'on doit ranger le *mycoderma vini*, plante très-active qui croît spontanément à la surface du vin conservé dans les vases en vidange, et dont l'épanchement, sous forme d'efflorescences blanchâtres, lui a valu le nom de fleur du vin.

Dans son ouvrage sur les maladies des vins, M. Pasteur cite trois variétés de *m. vini*.

Celle que l'on observe le plus communément, est formée de cellules ovoïdes, présentant un nucléus central très-apparent, et dont la grosseur varie de deux à six millièmes de millimètre de diamètre.

Dans les circonstances normales, elles se reproduisent par bourgeonnement (*).

Pour observer l'apparition et le développement du *m. vini*, il suffit d'abandonner un peu de vin dans un vase au contact de l'air. Au bout du deuxième au troisième jour, il se forme à la surface du liquide une mince pellicule miroitante, blanchâtre. Cette pellicule a bientôt envahi toute la surface. Si l'on observe alors au microscope un lambeau de cette membrane légère, on y aperçoit une multitude de globules qui sont isolés ou plutôt par groupes moniliformes, formant quantité de paquets jaunâtres constitués déjà par plusieurs centaines de cellules.

En étudiant attentivement le développement du *m. vini*, M. J. de Seynes a vu qu'en appauvrissant le sol, c'est-à-dire en étendant de beaucoup d'eau le vin sur lequel il se formait, les cellules qui normalement bourgeonnent produisaient d'autres cellules à l'intérieur des cellules mères, par la formation interne d'une membrane autour du nucléus. A un certain moment du développement, la membrane mère trop distendue se déchirait et abandonnait sa fille au milieu du liquide. Ce développement intrà-cellulaire, qui est anormal, et dont M. Trécul a donné ailleurs un autre exemple, ne tient évidemment qu'à un arrêt dans la vie purement végétative de la cellule, celle-ci étant alors obligée pour se reproduire de prendre en son sein même les matières qu'elle ne saurait trouver en-dehors en quantité suffisante. Nous aurons occasion de revenir plus tard sur ces anomalies apparentes qui, c'est notre conviction, constituent une des propriétés les plus curieuses et en même temps les plus essentielles des êtres cellulaires.

(*) Voir, chapitre IV, ce qu'il faut penser du *m. vini* et du *m. aceti*, considérés comme ferments.

— La fermentation qui donne l'acide lactique a également pour cause un ferment particulier.

La levûre lactique présente une certaine analogie avec la levûre alcoolique ; son mode d'accroissement et de reproduction est identique avec cette dernière, mais les globules qui la constituent sont formés d'utricules beaucoup plus petites, généralement par paquets de trois à six, placées les unes à la suite des autres, suivant une direction rectiligne. Leur ténuité fait que, lorsqu'ils sont isolés, ils tourbillonnent sur eux-mêmes, à la manière des granulations moléculaires.

Ils n'ont pas de places fixes dans les milieux où ils se trouvent. On les rencontre le plus souvent sous forme de tâches grisâtres immédiatement au-dessus de la craie et de la matière caséeuse formant dépôt dans les vases où l'on opère, mais parfois aussi ils sont tellement disséminés dans la masse fermentescible qu'aucun indice apparent ne semblerait tout d'abord indiquer leur présence.

— L'urine, à l'instar de tous les liquides retirés de l'organisation animale, lorsqu'elle est abandonnée à elle-même, subit une décomposition lente, et qui coïncide avec l'apparition successive de plusieurs productions organisées, soit animales, soit végétales.

Toutefois, l'un des éléments essentiels de ce liquide, l'urée, ne se décompose pas immédiatement, et on a remarqué que sa tranformation en carbonate d'ammoniaque était constamment corrélative de la présence d'une torulacée en chapelets de très-petits grains, très-rameux, et se multipliant par bourgeonnement.

Il ne faut pas confondre ce ferment spécial avec celui que l'on voit apparaître dans les urines des diabétiques. Ce dernier présente tous les caractères du *mycoderma glycosi*. Le ferment de l'urée, au contraire, est fait de tous petits granules sphériques, translucides, et le plus souvent sans noyau apparent.

La présence de la levûre alcoolique dans les urines est un indice certain d'une urine pathologique, et lorsqu'on l'y rencontre en certaine quantité, on est sûr d'avoir affaire à une urine sucrée. C'est un moyen de contrôle qui ne trompe jamais, et qui peut être employé avec le plus grand succès dans le cas d'un essai infructueux par les réactifs de Barreswil ou de Fehling.

— Il existe encore plusieurs ferments végétaux dont l'importance ne

saurait être contestée. Nous citerons entr'autres : le ferment tartrique, qui présente le même aspect général et le même diamètre que celui de la levûre lactique ; les ferments de la fermentation visqueuse, qui paraissent être formés de deux ferments distincts ; le ferment tannique ; le ferment pectique, sur lequel nous nous sommes proposé de faire des recherches ultérieures ; le ferment ou plutôt les ferments caséiques, expansions de divers *penicillium*, qui recouvrent les fromages, et qui, en végétant aux dépens de certains éléments du caseum, contribuent à en opérer la transformation.

Tous ces ferments n'ont été étudiés jusqu'ici que très-imparfaitement, et dans quelques années la liste, relativement courte, des ferments végétaux se sera certainement accrue dans une grande proportion.

— Nous arrivons à la description des ferments animaux. Ils appartiennent tous, d'après M. Pasteur, à la classe des vibrioniens.

Le microzoaire, qui peut servir de type aux autres ferments animaux, est celui qui se développe dans la fermentation du lactate de chaux ; c'est, autrement dit, le ferment butyrique.

Cet animalcule, que l'on peut recueillir, sans précaution aucune, au milieu de la bouillie fermentescible, en prenant une gouttelette de celle-ci avec l'extrémité d'une baguette de verre, n'est guère facile à discerner qu'à un grossissement de quatre à cinq cents diamètres. Il se montre alors mêlé à une foule de globules graisseux et de débris informes, et on l'aperçoit à ses mouvements légèrement ondulés. Ce sont des cylindres très-ténus, arrondis aux deux bouts, et ordinairement réunis plusieurs ensemble par groupes de trois ou quatre. Ils se déplacent assez lentement, et comme tout d'une pièce. Chaque petit article, dont la longueur moyenne est de deux millièmes de millimètre, possède une assez grande réfringence, et celle-ci est surtout appréciable aux deux extrémités de la chaîne, où chaque infusoire, encore solidaire de celui qui le touche, essaie de s'en séparer pour vivre d'une manière indépendante. Selon toute apparence, les vibrions butyriques s'accroissent par fissiparité, et l'on ne saurait comprendre chez ces êtres filiformes, et dont la réunion constitue une chaîne brisée par autant de cloisons qu'il y a d'individus, un autre mode de reproduction.

— Le tartrate de chaux, abandonné sous l'eau, en présence de phosphates alcalins et terreux, se transforme en acide propionique, et,

dans ce cas, c'est encore un vibrion qui provoque le dédoublement du sel calcaire. M. Pasteur n'a pas su dire au juste si le ferment propionique était bien un infusoire particulier, un vibrion spécial.

— D'autres ferments animaux ont une importance bien autrement capitale que ceux qui viennent d'être cités ; ce sont les ferments de la putréfaction.

Ceux-ci sont nombreux, différents de formes et d'allures, selon qu'on les observe à telle ou telle époque de la décomposition des matières organiques. Que la putréfaction soit la proie d'une substance solide ou liquide, animale ou végétale, qu'elle se fasse à l'abri ou en présence de l'air, toujours ce sont les vibrions qui commencent la putréfaction proprement dite, toujours ce sont eux qui la finissent.

La putréfaction est un phénomène complexe qui met d'ordinaire un certain temps à se déclarer, et auquel, comme pour les fermentations ordinaires, la température sert de régulateur. Avant que le travail de pourriture des vibrions soit en pleine activité, des infusoires d'un ordre plus élevé, diverses moisissures même, si le milieu présente une certaine acidité, précèdent ou accompagnent leur œuvre perturbatrice, mais ces êtres ne sont pas, à proprement parler, les ferments putrides.

Ils sont nombreux, nous l'avons dit, et un atôme de matière putrilagineuse délayé dans une seule gouttelette d'eau fait voir que leur variante, en tant qu'aspect extérieur, n'est pas moins grande que leur fécondité. Ehrenberg, dans son ouvrage sur les *Infusoires*, décrit et dessine six espèces de vibrions, mais à ces quelques espèces vulgaires indiquées par l'auteur, il faudrait en ajouter beaucoup d'autres. Leur description anatomique n'a qu'une valeur purement conventionnelle. Du moment où il est reconnu que ce sont des vibrioniens qui sont la cause première de la putréfaction, peu importe à quelle variété l'on peut les rapporter. La classification des animalcules les plus infimes, vibrions, bactéries et monades, qu'on ne saurait distinguer toujours de certaines granulations organiques ou peut-être organisées, simplement moléculaires, est on ne peut plus obscure. Lorsqu'on arrive à soumettre ces organismes à peine ébauchés à l'examen microscopique, il est presque impossible d'éviter la confusion, si l'on cherche à les comparer entre eux, et tout observateur sera forcé, quand même, s'il est consciencieux, d'avouer sa défaite en pareille

matière. Que fait ici l'étude embrouillée de l'origine des espèces ? C'est une question de formes tout au moins superflue, et qui est sans profit d'ailleurs pour l'harmonie physiologique des êtres, alors qu'on l'envisage dans son universalité.

— A la liste des ferments animaux et des ferments végétaux, s'ajoute naturellement une foule d'agents obscurs, mais redoutables à tous égards, et dont le mode d'action et de propagation ne sauraient être mieux assimilés qu'aux ferments ordinaires. Ces agents sont les *miasmes* et les *virus* de toutes sortes qui n'infectent que trop souvent l'économie vivante. Ce sont toujours des corpuscules figurés, des granulations solides, transmissibles à distance, et quoique leur nature exacte soit encore très-mal connue, nous ne saurions les passer sous silence en parlant du rôle des promoteurs innombrables qui président à tous les actes de transformation des substances organiques.

III.

Les ferments organisés viennent d'être décrits au quadruple point de vue de leur habitat ordinaire, de leur structure, de leur accroissement et de leur reproduction. Pour cela, nous les avons pris sur le fait, agissant et se développant. A quelle source commune, nous demanderons-nous maintenant, les liquides fermentescibles puisent-ils ces agents énergiques sans lesquels ils ne sauraient se transformer?

Les questions d'origine ont de tout temps soulevé des controverses plus ou moins sérieuses, et celle qui nous occupe en ce moment n'a reçu une solution à peu près définitive que dans ces dernières années.

Lorsqu'une plante phanérogame croît sous nos yeux, nous la voyons successivement produire des feuilles, des fleurs et des fruits qui, à maturité, abandonnent leur progéniture à la merci des vents ou la laissent tomber entre les mains de l'homme qui a mission de la faire prospérer. Ainsi se passent les choses pour les animaux et les végétaux supérieurs, et personne n'a songé à le contester.

Pour les êtres cryptogamiques comme pour les microzoaires, la même loi préside à la naissance de leurs générations futures : *omne vivum ex ovo*. A tous les étages de la création, l'on retrouve la même harmonie ; tous les êtres, sans exception, se succèdent par la filiation maternelle, il y a partout et toujours germe préexistant. Quelques savants, cependant, persistent à nier des faits dont l'évidence est palpable, et l'hétérogénie, malgré les coups mortels qu'est venue lui donner la panspermie, compte encore de nos jours quelques partisans célèbres.

C'est que ce qui se passe dans la génération des êtres microscopiques est difficile à saisir au premier abord, car la difficulté croît en raison

directe de la ténuité des objets, et l'observation optique seule ne saurait donner la solution rigoureuse du problème. Les moyens détournés sont indispensables, et nous verrons tout-à-l'heure par quels artifices ingénieux la science est venue mettre la dernière main à cette œuvre sublime.

Sans refaire l'histoire des erreurs qui naguère avaient libre crédit dans le monde savant, sans rapporter entr'autres les aventures féeriques de Van-Helmont voyant se transformer en souris adultes les linges de sa garde-robe, allons droit au but et disons tout de suite que le grand véhicule des ferments et des germes de toutes sortes qui viennent peupler les infusions, c'est l'air. L'eau, dont les canaux innombrables serpentent à la surface du sol, l'économie vivante elle-même, leur servent aussi très-souvent de réceptacle commun, mais c'est surtout dans l'atmosphère mobile qui nous environne qu'ils trouvent leur source et leur fécondité.

Pour ce qui est de leur présence dans les régions aériennes, rien n'est plus facile que de s'en convaincre, et tout observateur, quel qu'il soit, peut, à son gré, recueillir et presque compter, dans un volume déterminé d'air, les germes abondants qu'il recèle Soit qu'à l'imitation de M. Pasteur, on les arrête au passage sur une bourre de fulmicoton qui les abandonnera après dissolution dans un mélange d'alcool et d'éther; soit qu'à l'instar des docteurs Lemaire et Gratiolet, on les recueille par condensation sur une sphère creuse remplie de glace; soit enfin, comme nous l'avons répété maintes fois nous-mêmes, qu'on les fasse s'étaler sur des lames de verre enduites de glycérine, on récoltera toujours une ample moisson de ces graines impalpables.

A première vue, il est vrai, on ne peut, dans la plupart des cas, déterminer la provenance rigoureuse des particules qui se trouvent sur le champ du microscope, mais leur forme, leur structure interne, leurs réactions chimiques, présentent une telle identité avec celle des spores ou des œufs d'animalcules les plus vulgaires, qu'on ne saurait leur attribuer une autre origine.

Voici l'énumération rapide des poussières qui constamment sont venues se déposer sur nos lames glycérinées. Ces expériences, qui datent de 1864, ont été faites en Normandie, tantôt au milieu d'une ville, tantôt en pleine campagne. Leur examen microscopique a été

fait, dans tous les cas, le lendemain de leur exposition au contact de l'air. Pour éviter des répétitions inutiles, nous citerons seulement, et, au hasard, trois exemples pris parmi beaucoup d'autres :

— A. — *Lame de verre exposée sur une fenêtre donnant sur un jardin, à trois mètres environ au-dessus du sol* (7 août).

1° Grains de fécule de différentes grosseurs, dont quelques-uns nous ont paru naturellement bleuis. Cette coloration des grains de fécule qui voltigent dans l'air serait une preuve assez convaincante de la présence de l'iode libre dans l'atmosphère, ainsi que l'a constaté M. Chatin.

2° Une portion déchirée de l'œil composé d'une mouche.

3° Un long poil articulé et sagitté au sommet.

4° Brins de laine, coton et fibre végétale.

5° Spores très-nombreuses ordinairement réunies en masse.

6° Une infinité de débris minéraux n'ayant aucune forme propre.

7° Un fragment d'épiderme de graminée, présentant une stomate aérifère bien marquée sur un des côtés latéraux.

8° Un gros poil bulbifère formé d'une simple cellule.

9° Poussières noirâtres, denses ou spongieuses, provenant de la fumée de charbon de terre ou de charbon de bois.

10° Des organismes jaune-brunâtres, fusiformes, formés de trois à huit cellules petites et juxtaposées. Pas une seule de nos observations n'a été exempte de ces corps multicellulaires très-remarquables par leur forme allongée et leur texture interne.

11° Un paquet de poils de laine grossière et frisée.

12° Deux grains de pollen volumineux, de forme ovoïde, de couleur jaune d'or, présentant une surface ponctuée très-élégante; un autre grain de pollen tout rond, ayant lancé son boyau pollinique; un troisième grain, enfin, présentant bien marqués ses deux oscules.

13° Une cellule remplie de matière verte de nature inconnue.

14° Un fragment de cheveu blond.

15° Plusieurs grains sphériques ou ellipsoïdes ayant à leur centre un point plus obscur; probablement des spores ou des œufs d'animalcules.

— B. — *Lame de verre exposée dans l'intérieur d'un clocher accessible à tous les vents* (14 août).

1° Organismes fusiformes précédemment cités.

2° Poussières minérales de toute provenance; charbon.

3° Infusoires morts.

4° Grains de fécule assez abondants.

5° Deux grains de pollen à surface crénelée et de couleur safranée comme les précédents. Il est à remarquer que, parmi tous les grains de pollen que nous avons pu observer dans ces circonstances, nous n'en avons pas remarqué un seul dont la surface présentât des pointes saillantes comme on le remarque chez un grand nombre de plantes usuelles, synanthérées et malvacées particulièrement. On ne peut attribuer ce fait qu'à l'action mécanique exercée par les aspérités des granules qui, en tombant chargés de leur fluide fécondateur sur les corps qui les avoisinent, y adhèrent assez fortement pour s'y détruire avant de laisser prise aux courants atmosphériques.

6° Détritus multicolores provenant des objets qui servent journellement à nous vêtir.

7° Fragment de tissu végétal à cellules prismatiques; portion de tissu fibreux grossier.

8° Une écaille de papillon.

9° Un bout de poil brun.

10° Quelques spores très-volumineuses issues de plantes de l'embranchement des cryptogames cellulo-vasculaires.

11° Douze spores ou œufs par paquets isolés au milieu du liquide.

12° Spores volumineuses disséminées ou œufs de couleur jaune.

13° Nombre surprenant de sporules paraissant se tenir par bourgeonnement.

14° Spores faisant le demi-cercle autour d'un gros grain de fécule; spores adhérentes à un gros fragment minéral massif.

15° Quinze spores collées en masse.

16° Paquet de spores nombreuses; quelques-unes de ces dernières ont donné naissance à des filaments indiquant qu'il y aurait eu chez elles un commencement de germination.

17° Petites sphères à centre jaune gomme-gutte; plusieurs ont pris une forme allongée.

18° Fragment de fibre végétale bien déterminé, sur lequel on a compté à la partie médiane plus de quarante spores pressées les unes contre les autres. Les spores ici observées offrent cette particularité

que leur centre est littéralement coupé par une cloison simple ou cruciale, de telle sorte que chaque spore mère se dédoublant ou se partageant même en quatre parties distinctes, on pourrait donner à l'addition totale des corps reproducteurs un chiffre de $40 \times 4 = 160$ spores, ce qui est énorme comparativement à la légèreté réelle de la dépouille organique sur laquelle elles reposent.

19° Fragment de tissu corné d'un insecte.

20° Fragment de bois de conifère montrant, très-nettement, deux larges ponctuations aréolées.

21° Un grain de lycopode.

22° Magma de spores brunes tellement abondantes qu'on a dû renoncer à les compter.

23° Portion de tissu opaque, rempli de gouttelettes moléculaires indéfinies.

— C. — *Lame de verre exposée au sommet d'une colline, sur une des fenêtres d'un petit pavillon situé à proximité d'une forêt* (19 août).

1° Organismes fusiformes.

2° Grains de pollen nombreux et de formes diverses.

3° Poussières minérales très-nombreuses.

4° Grains de fécule.

5° Plusieurs cellules allongées, contiguës et très-transparentes.

6° Deux écailles de papillon superposées.

7° Une moitié d'aile de mouche enrichie elle-même d'une certaine provision de pollen, de spores et d'amidon.

8° Quelques spores brunes, ovoïdes.

9° Spores sphériques ou granules féculents agglomérés.

10° Granules sphériques isolés. On y remarque une membrane extérieure assez épaisse, de couleur ambrée; l'intérieur est plus opaque, et régulièrement organisé.

11° Onze spores agglomérées, bicloisonnées.

12° Corps nombreux, ovoïdes, jaunâtres, opaques intérieurement.

13° Plusieurs poils végétaux mono ou multicellulaires.

14° Poil animal ayant beaucoup d'analogie avec celui du lapin.

15° Filaments de soie, coton et fibres libériennes blancs ou teints soit en bleu foncé, soit en rouge.

16° Une cellule parfaitement organisée.

17° Spore de fougère ou autre cryptogame, réniforme, à surface crénelée.

18° Six cellules végétales contiguës deux à deux, disposées en chapelet, et remplies de granulations diaphanes, amorphes.

19° Séminules excessivement ténus, flottant librement dans l'océan liquide.

Comme il est facile de le constater, l'analyse physiologique de l'air faite par l'inspection immédiate de quelques gouttelettes d'un liquide conservateur, tel que la glycérine, montre qu'il y a constamment dans l'air, mélangées à une foule de matières inertes, amorphes et de diverses couleurs, une grande variété de poussières nettement organisées.

M. Pouchet, de Rouen ; MM. Joly et Musset, de Toulouse, et les hétérogénistes qui marchent à leur suite le contestent et prétendent que ce que l'on prend pour des germes ne sont que des granules amylacés, variant depuis les plus petites dimensions jusqu'aux diamètres les plus forts. L'eau iodée, réactif bien connu de l'amidon, permet de ne pas faire de confusion de cette nature. Bien plus, l'acide sulfurique concentré et la solution de potasse au dixième qui, tous deux, désagrègent et dissolvent ensuite la cellulose et les matières amyloïdes, n'exercent qu'une action très-lente, à peine sensible, sur les spores des diverses natures, et ces réactifs puissants, employés sous le microscope, démentent hautement les assertions des adversaires de la panspermie.

Mais, hâtons-nous de le dire, cela ne suffit pas aux exigences scientifiques. Les partisans de la genèse spontanée nient avec d'autant plus d'ardeur que les corpuscules organisés de l'atmosphère soient les germes des êtres qui pullulent dans toutes les infusions de matières organiques, qu'il a paru on ne peut plus difficile d'assister à l'évolution directe de ces poussières animées. Un habile expérimentateur, il est vrai, M. Duclaux, ex-préparateur de M. Pasteur, a pu, à l'aide de précautions très-minutieuses, faire éclore sous ses yeux quelques-uns de ces germes, et notamment les spores des moisissures communes, en les semant dans un liquide nourricier fait artificiellement et préparé au moment même. Ce n'est là, encore une fois, qu'un argument sans valeur aux yeux des hétérogénistes.

D'après leur hypothèse, les proto-organismes qui apparaissent dans

les liquides abandonnés au contact de l'air ont la faculté merveilleuse de se modeler, de s'organiser eux-mêmes de toutes pièces à même les éléments chimiques qu'ils trouvent à leur portée. C'est là une conception grandiose, et qui n'a rien de contraire à la saine philosophie.

Malheureusement, l'expérience directe démolit de fond en comble l'échafaudage de l'édifice hétérogénique. Il fut un temps où, enthousiasmés par les belles théories de M. Pouchet, dont nous suivions alors les leçons d'une manière assidue, nous arborions nous-mêmes le drapeau de l'hétérogénie. Mais, nous avouerons qu'ayant répété et contrôlé plus tard quelques-unes des expériences du savant professeur, elles nous ont donné des résultats diamétralement opposés aux siens. La macération de foin, préalablement bouillie et filtrée, alors que nous opérions *in vitro*, est toujours restée inféconde tant qu'elle s'est trouvée à l'abri des poussières atmosphériques. Aucun mycelium, aucun infusoire, n'est venu peupler nos liquides, même après huit jours d'exposition sous les cloches protectrices que nous avions préparées *ad hoc*, et cela par une température moyenne de 22° centigrades. Ces macérations, restées d'abord stériles, se sont couvertes de myriades de petits êtres, après avoir été remises en contact avec l'atmosphère normale, et cela après vingt-quatre ou quarante-huit heures au plus, absolument comme cela se passait pour les infusions de foin bouillies ou non, exposées à l'air libre.

Faudrait-il admettre qu'à la volonté de l'opérateur les liquides restent stériles ou féconds? faudrait-il supposer une puissance occulte qui, émanée de son cerveau, passerait par ses mains, et sous l'empire de laquelle la faune et la flore du monde microscopique viendraient à son gré s'épanouir au grand jour ou rester invisibles? Non, non, ici, comme pour le monde supérieur, les faits sont palpables pour qui veut les voir, et si, dans l'un et l'autre cas, il y a divergence, cela tient à un *modus faciendi* défectueux, cela tient à ce qu'on n'a pas su éviter des erreurs trop faciles à commettre.

Pour marcher à coup sûr dans le sentier de la vérité, le moyen le plus simple et le seul qui suffise pour prouver que les poussières aériennes sont des germes féconds des organismes inférieurs, c'est de détruire ces germes à leur source, c'est aussi de frapper de mort ceux qui pourraient se trouver déjà dans les liquides fermentescibles que l'on

se propose de soumettre au criterium de l'observation. Si, après avoir anéanti ces germes dans les infusions et dans l'air qui se trouve en contact avec elles, ces liqueurs donnent naissance à des êtres vivants, il faut admettre sans conteste qu'ils n'ont pu s'y développer que par voie de génération spontanée. Mais c'est le contraire qui a lieu, et les expériences les plus impartiales à cet égard le prouvent d'une façon péremptoire.

Que fallait-il faire pour résoudre le problème d'une manière définitive? Connaître la résistance vitale des proto-organismes ; c'était chose des plus faciles. On a reconnu que presque tous pouvaient supporter une chaleur sèche de 125° et plus, mais une chaleur humide de 100°, et souvent moitié moindre même, leur enlève pour toujours leurs facultés génésiques. Il résulte toutefois des expériences personnelles de M. Pasteur qu'une température humide d'un peu plus de 100° est nécessaire pour enlever au ferment lactique ses propriétés spécifiques, et plusieurs ferments, en contact avec des liquides alcalins, présentent aussi une résistance plus grande.

Des liquides putrescibles, tels que de l'eau de levûre additionnée de sucre, du sang, de l'urine, de l'eau albumineuse sucrée, sont soumis à l'ébullition pendant quelques minutes dans des ballons dont le col est étiré à la lampe. Ces liquides, pendant le refroidissement, ne reçoivent que de l'air calciné, et quand leur température est redescendue à 20 ou 25°, le col des ballons est fermé hermétiquement par un trait de chalumeau. Ces liqueurs sont exposées ensuite dans une étuve chauffée à 25 ou 30°, c'est-à-dire à la température la plus favorable au développement des ferments. Dans ces conditions, aucun d'eux ne se trouble, aucun d'eux ne donne naissance à des proto-organismes, aucun d'eux ne se putréfie, et cela après des mois, après des années entières.

Les mêmes menstrues, soumis à la chaleur de 100° dans des ballons à cols tortueux, dont l'extrémité reste constamment ouverte, et qui ne reçoivent nullement de l'air calciné, placés dans les mêmes milieux que les précédents, se couvrent très-rarement de végétations, et ne se peuplent presque jamais de protozoaires. Dans cette nouvelle manipulation, l'ébullition du liquide a tué tous les germes, et ceux qu'amène l'air pendant le refroidissement s'arrêtent presque toujours

complètement à leur passage dans les anfractuosités du col. Cette expérience, qui n'est qu'une variante de la première, et qui ne saurait réussir toujours, la contrôle d'une manière très-satisfaisante.

Les ballons, qui, tous, dans le premier cas, sont restés inféconds, ceux qui, dans le deuxième, se sont également montrés intacts, étant réouverts à l'air libre, se couvrent en quelques heures de productions de toutes sortes, et bientôt, d'une part, les liquides entrent en fermentation, de l'autre, ils sont le jouet de la décomposition putride.

L'ensemencement des poussières aériennes arrêtées mécaniquement à leur passage à travers le filtre de coton-poudre de M. Pasteur donne pour ces sortes d'expériences un autre moyen de contrôle.

Si, en effet, après avoir préparé une infusion inféconde en la faisant bouillir et en la conservant dans un vase fermé au contact d'un air surchauffé, on y fait tomber le tissu séminulifère, plusieurs générations d'êtres apparaîtront successivement dans les ballons, et, ce qu'il y a de curieux, c'est que celles-ci naîtront tout d'abord en quantité prodigieuse autour du coton révélateur. Que l'on remplace la bourre cotonneuse par un tamis fait d'amiante, l'expérience donnera toujours le même résultat, et dans le cas où l'amiante aurait été chauffée au rouge avant son introduction dans les matras, ceux-ci garderont à jamais leur infécondité première.

Les hétérogénistes ont du jugement et de la finesse. Ils gardent leur sang-froid en face de preuves aussi convaincantes, et ils répondent que tous ces faits pourraient n'avoir qu'une valeur insuffisante, s'il existait dans l'air un élément vital, inanalysable, élément subtil autant que délicat, que la chaleur réduirait à néant.

La théorie du phlogistique a fait son temps, et l'on ne voit pas pourquoi les hétérogénistes cherchent à se retrancher derrière une hypothèse aussi banale.

Conserver intacts, pendant des années, du sang normal, de l'urine fraîche et non bouillie, en prenant directement ces liquides à leur source naturelle et les faisant couler dans des ballons purgés de germes, et ne recevant après la saignée ou l'émission de l'urine que de l'air également inerte, a été chose possible. Ces essais répétés plusieurs fois par M. Pasteur, assisté d'un physiologiste éminent, M. Claude Bernard, portent le dernier coup à l'hétérogénie.

Admettrait-on encore qu'on aurait annihilé la vitalité de l'air dans ces dernières expériences? Celle des liquides pompés en nature au sein de l'économie vivante, celle-là, du moins, n'a été nullement modifiée, et c'est bien le seul point vraiment fondamental.

Les hétérogénistes tournent ici d'ailleurs dans un cercle vicieux. Ne sont-ce pas eux qui, naguère, pour battre en brèche leurs antagonistes, ont avoué qu'ils avaient vu surgir multitude d'êtres dans des liquides bouillis, recevant un peu de matière organisée chauffée à 100°, ces liquides ayant été mis en contact avec de l'air purement artificiel? Ainsi de l'azote, de l'oxygène, des traces d'acide carbonique mélangés dans les proportions voulues pour faire de l'air, ont suffi au développement des organismes inférieurs; ces gaz préparés au moyen de réactions de laboratoire qui, certes, sont incontestablement préjudiciables à l'évolution de la vie, n'ont cependant point empêché celle-ci de se manifester. L'homme serait-il donc le dispensateur de la vie, et des fluides aériformes préparés par lui posséderaient-ils par eux-mêmes une vertu séminale aussi mystérieuse qu'insaisissable? Non, non, c'est là encore une fois une hypothèse purement gratuite, une utopie malicieuse, et derrière laquelle se cache une défaite trop radicale. La science n'avance pas, tant qu'elle ne se borne qu'à aligner des mots sonores, n'exprimant que des idées vagues, et c'est commettre une grave erreur que de confondre des phénomènes d'un ordre purement matériel avec des conceptions qui ne sauraient descendre, sans péril, des hauteurs de la métaphysique.

L'air est donc bien le véhicule des germes et des ferments, et alors qu'on retire à ce fluide ces particules vivifiantes, toute fermentation, tout phénomène de décomposition de matière organique, quel qu'il soit, devient impossible. La méthode d'Appert pour la conservation des substances alimentaires, le mutisme, n'en sont-ils pas une autre preuve pratique? La conservation des viandes dans les silos, à des profondeurs où l'air calme qu'on y entretient n'est qu'accidentellement porteur des germes, ne vient-il pas aussi prêter un certain appui à la doctrine expérimentale?

....

Un grave *desiderata* réside pourtant à cet endroit difficile de nos recherches.

De l'avis des micrographes les plus expérimentés, il est impossible, à première vue, d'assigner une origine exacte aux corpuscules organisés de l'atmosphère. Les mycodermes divers que l'on observe se développant sur les liquides fermentescibles sont cependant bien connus. Leur forme, leur diamètre, leur contenu, rien n'échappe à l'observation attentive. Pourquoi donc avec des données aussi exactes, des incertitudes aussi vastes? Les germes aériens, par le seul fait de leur déplacement rapide à travers l'espace, se seraient-ils modifiés au point de devenir méconnaissables? Une opinion comme celle-là serait plus que contestable, et l'on ne peut raisonnablement, ce nous semble, saisir la clef de l'énigme qu'en attribuant aux séminules en question des propriétés multiples, des facultés changeantes toutes particulières. Autant qu'il nous a été permis de l'apprécier, la prédisposition polymorphique des germes des êtres inférieurs, le besoin fatal de leur mutabilité, n'ont été émis par personne d'une manière non équivoque. Et cependant n'est-ce pas là que paraît résider tout le nœud de la question? Payer pourtant semble avoir saisi cette grande vérité, quand il dit : « Les spores des cryptogames peuvent donner naissance à » des individus assez différents de ceux qui les ont produits. Cette » polymorphie dans l'aspect et le port de ces plantes inférieures est » une conséquence de leur infériorité même. » Qu'est une cellule, en effet? Qu'est, en particulier, la cellule reproductrice de l'ultime organisme dont la simplicité nous dérobe tant de mystères? Un peu de plasma organique, c'est-à-dire un rien de carbone, d'oxygène, d'hydrogène, d'azote et de matière minérale, condensés dans un tout petit sphéroïde dont la paroi souvent se montre à peine distincte de son contenu. Atôme dont la vie latente n'aspire qu'après une perle humide pour réapparaître et se manifester, toujours elle circule, partout elle marque sa présence, et dans quelque condition qu'elle se trouve, elle veut vivre, et à tout prix elle vit. C'est la simplicité même, c'est l'organisme dans sa première ébauche; c'est, pour ainsi dire, la vie à l'état impalpable, la vie pulvérisée jusqu'à son extrême limite.

Les attributions de cet être indivisible sont énormes, elles sont incontestables. Pourquoi donc se refuser à admettre sa transmutation, alors que c'est pour lui une condition nécessaire? Il faudrait à cette transmutation, sans doute, tracer des bornes, et l'investigation, si

prudente qu'elle fût, est, en pareille matière, chose des plus délicates. C'est ce qui explique naturellement la grande diversité d'opinions des savants sur l'origine des levûres.

Les recherches n'ont porté jusqu'à présent que sur la levûre alcoolique; c'est, sans contredit, la plus essentielle de toutes et la plus accessible à l'observation. Nous nous occuperons également de celle-ci avec quelque détail, et nous verrons un peu plus loin qu'en assignant d'une manière à peu près certaine l'origine du *mycoderma glycosi*, nous serons amenés à donner aux ferments, en général, une origine commune, origine dont la connaissance exacte simplifierait toutes les questions, et expliquerait, de la manière la plus satisfaisante, des phénomènes en face desquels sont venues échouer tant d'hypothèses.

Pour la plupart des auteurs, et ainsi que l'annoncent presque tous les ouvrages de chimie, la levûre est un végétal monocellulaire complet; c'est une plante représentant à elle seule une espèce type, une espèce unique, et ne pouvant se procréer qu'en elle-même et par elle-même. Partout où elle se présente, elle était ce qu'elle est ; toute modification antérieure ou postérieure lui est radicalement interdite.

D'après d'autres savants qui, pour la majorité, n'envisagent la question qu'au point de vue mycologique, la levûre ne serait qu'une variété hétéromorphe de plusieurs végétaux inférieurs. Ce serait un mélange de divers cryptogames vulgaires, en voie de développement normal ou anormal, et parmi ceux-ci l'on cite principalement les *torula*, les *mucors*, les *aspergillus*, les *penicillium* et les *ascophora*. Nous avons même ouï dire par un de nos meilleurs maîtres dont, par respect, nous tairons le nom que la levûre n'était nullement organisée.........

Turpin, qui paraît s'être occupé de ce sujet d'une manière assez complète, insiste surtout sur la variabilité des végétaux auxquels la levûre lui semble emprunter son origine. Berkeley, Bail, Hallier, Schleiden, Hoffmann et Pouchet, émettent des opinions à peu près analogues aux siennes, mais ces opinions, quant aux détails, sont souvent contradictoires entre les uns et les autres. Ceux-ci pensent que les végétaux de la levûre accomplissent le cycle entier de leur développement dans les liquides fermentescibles. Ceux-là avancent qu'ils n'y subissent qu'une évolution transitoire ; ce ne serait qu'une

des phases purement intermédiaires de leur vie active, qu'une germination de spores en quelque sorte prématurée et se faisant en-dehors de son milieu naturel. Les uns les puisent aux sources panspermiques, les autres dans le tombeau de l'hétérogénie.

M. Trécul, dans divers mémoires publiés tout récemment, revient longuement sur ce chapitre. Nous pensons toutefois que l'illustre botaniste donne aux faits qu'il constate une interprétation mal fondée. Ses études particulières sur la germination de la levûre, son opinion personnelle sur l'unité spécifique du mycoderma, du torula et du penicillium levûre, ses idées sur la métamorphose du mycoderma cervisiæ en torula cervisiæ, alors que le moût d'orge, resté d'abord au contact de l'air, est ensuite enfermé dans des flacons bouchés, tout cela reste obscur, si l'on ne rapproche ces faits particuliers d'autres faits plus généraux, si, surtout, à l'étude anatomique du développement proprement dit, on n'associe l'étude chimico-physiologique qui en es le corollaire obligé. Le travail de M. Trécul reste donc incomplet.

Que faire en présence de versions aussi diverses? Emettre une opinion nouvelle, n'est-ce pas embrouiller la question plus qu'elle ne l'est encore? Hasardons-nous cependant.

Pour suivre d'une manière complète le développement exospore de la levûre, nous savons qu'il suffit de placer quelques grains de celle-ci sous une lamelle de verre couvrante, en présence d'un peu de nourriture liquide dont on a soin d'empêcher l'évaporation. L'observation n'est démonstrative qu'alors qu'ayant fixé un grain non bourgeonné, on suit l'évolution de celui-ci pendant un temps assez long. Trois ou quatre heures environ, si la température est convenable, suffisent pour que l'utricule mère ait engendré sa fille, et, en regardant d'une manière attentive, on aura assisté à toutes les phases du silencieux enfantement. A la première fille en succédera une autre ; à la seconde viendra s'en adjoindre une troisième, et chaque granule, déposé dans le terrain nourricier, se montrera, sous les yeux de l'observateur, le point de départ d'autant de familles formées ordinairement par trois, quatre ou cinq individus se tenant ensemble par leur paroi externe. Au bout de quatre à six jours, le liquide azoté ayant été épuisé et les granules s'étant développés outre mesure, ceux-ci s'atrophient, leur contenu devient opaque, leur membrane extérieure s'étiole, ils meurent enfin d'inanition.

Puisqu'il est si facile d'assister, sur le porte-objet même du microscope, à la naissance de la levûre, pourquoi n'appliquerions-nous pas ce procédé à l'évolution des corpuscules organisés de l'atmosphère? C'est là certainement une expérience à l'abri de toute objection sérieuse, et l'on ne voit pas pourquoi ceux qui, les premiers, ont observé le bourgeonnement des levûres, n'ont pas, à propos de l'obscurité de leur origine, contrôlé leurs essais par cette simple culture des poussières animées dans différents terrains.

Nous déclarons avoir répété nos épreuves en plein mois de janvier de cette année, avec les poussières flottantes recueillies, les unes à Gentilly, dans les cours de l'hospice de la Vieillesse (Hommes), les autres sur le fort de Bicêtre, celles-ci au milieu même de Paris, sur le plateau de Ménilmontant, celles-là, enfin, sur les buttes Montmartre, et constamment les résultats ont été positifs. Voici la marche aussi simple qu'expéditive qui a été mise à profit.

Nous avons employé pour cela la méthode de condensation, une fois au moyen de la glace, et les trois autres fois à l'aide d'un mélange réfrigérant fait d'eau et de parties égales d'azotate de potasse et de chlorhydrate d'ammoniaque. Nos vases à condensation étaient des ballons de un litre de capacité. Les quelques centimètres cubes de liquide recueillis, après chaque opération, furent d'abord réduits au neuf dixièmes environ de leur volume par une évaporation ménagée dans des capsules de verre, à une température maxima de 40 degrés centigrades. Prenant alors, avec l'extrémité d'un agitateur, une gouttelette du liquide contrôle, celle-ci fut déposée dans une autre gouttelette d'eau de levûre sucrée, récemment bouillie, filtrée, puis refroidie ; le tout, bien entendu, recouvert d'un disque de flint-glass entouré lui-même d'un vernis non miscible à la liqueur sous-jacente.

Le résidu de l'évaporation de l'eau recueillie dans chaque capsule fut versé, chacun séparément, dans un tube à expérience rempli aux trois quarts de la même eau de levûre. Chaque tube reçut immédiatement un obturateur en caoutchouc laissant passage à un tube à dégagement ordinaire.

Les choses étant en cet état, et la température ambiante ayant été maintenue à 25°, dès le lendemain, quelques corpuscules déposés avec la goutte d'eau d'évaporation montraient un bourgeonnement manifeste.

Au bout de quinze à vingt heures, la liqueur contenue dans les tubes était devenue trouble, et de la base de la colonne liquide commençaient à s'élever quelques bulles gazeuses. La même eau de levûre, placée seule dans les mêmes conditions, ne subissait aucun changement.

Tel avait commencé le phénomène, et tel il devait continuer. De jour en jour, en effet, le bourgeonnement se multipliait sous les lames de verre; le dégagement gazeux devenait aussi plus marqué dans les tubes. Ce dernier gaz, recueilli dans une petite cloche graduée, sur le mercure, n'offrait aucun doute sur sa véritable nature. Son absorption presque complète, par solution de potasse, indiquait évidemment que c'était bien de l'acide carbonique, et cet acide ne pouvait provenir que du dédoublement de la matière sucrée mise en expérience.

Ce qu'il y a de plus curieux, c'est qu'en explorant le lac immobile renfermé sous les lames de verre, un grand nombre des corpuscules qui y étaient plongés et qui, tout d'abord, étaient hétéromorphes, prirent peu à peu la forme semi-allongée des levûres, en général, et quoique la plupart ne parussent pas vouloir acquérir le diamètre des globules de la levûre normale, quelques-uns arrivèrent cependant à se gorger assez pour en prendre les plus belles apparences. Les moyens globules surtout se modifièrent, d'autres, plus volumineux, restèrent intacts pendant tout le temps que dura l'examen. Quant aux grains de fécule et aux granulations moléculaires amenées avec eux, ils ne changèrent nullement de physionomie.

Un double contrôle semblable à celui-là ne saurait permettre aucun doute sur la véritable origine des levûres, en tant qu'origine aérienne. Il est évident, d'autre part, que les séminules amenés sous le microscope étaient de sources très-diverses, et l'on ne peut attribuer la métamorphose réelle d'un certain nombre d'entre eux qu'à l'influence physiologique du milieu dans lequel ils étaient actuellement forcés de vivre. Tous les corpuscules aériens ne sont cependant pas aptes à se transformer en levûre, puisqu'un grand nombre, observés au début de l'expérience, n'ont subi jusqu'à la fin aucune modification appréciable. Deux ou trois, par hasard, sous la même lamelle, ont poussé quelques filaments indiquant un commencement de germination, mais ce n'a été là qu'un essai infructueux, le manque d'air, et lui seul, certainement, empêchant leur développement ultérieur.

Dans les tubes où se trouvait au commencement de l'expérience un peu d'air normal, quelques-unes de ces spores, remontées à la surface du liquide, y ont germé davantage, mais encore ont-elles été bientôt arrêtées dans leur développement par l'envahissement plus rapide des globules de levûre, dont la fonction toute contraire leur a opposé une barrière infranchissable.

A l'examen microscopique, les poussières réunies au fond des tubes se montraient beaucoup plus riches en granulations moléculaires qu'en globules beaucoup plus gros de levûre normale, mais dans ces sortes d'expériences, ainsi que dans toutes celles que nous avons répétées sur les liquides fermentescibles naturels, nous n'avons jamais vu le dégagement gazeux commencer avant que des globules, qu'il était impossible de confondre avec les simples granulations, se soient montrés en quantité appréciable.

Les granulations moléculaires, le nucléus de l'intérieur des cellules vivantes, pourraient-ils être, dans certain cas, en l'absence de levûre toute faite, le point de départ de la formation de celle-ci? Il n'y a rien d'impossible à cela, alors surtout, alors seulement même que ces granulations ou que ces noyaux de cellule, doués, par action réflexe, d'une vitalité d'emprunt, seraient encore sous l'impulsion nutritive des cellules organisées qui ont mission de les produire, alors enfin que ces granulations se rapprocheraient identiquement des ferments par leur composition chimique et par le rôle qu'on leur a reconnu d'être le rudiment de nouvelles cellules en tout semblables à celles qui leur ont donné naissance.

Nous pensons toutefois que ces granulations sont incapables de développer par elles-mêmes la fermentation avant d'avoir subi une certaine modification morphologique, avant d'avoir assimilé dans des milieux convenables une quantité de nourriture suffisante pour devenir des organismes, sinon aussi riches et aussi volumineux au début de leur fonction que les ferments normaux, du moins tendant à s'en rapprocher de plus en plus, et s'identifiant bientôt entièrement avec eux.

Nous ne sommes pas, sous ce rapport, de l'avis de MM. Béchamp, Estor et Le Ricque de Monchy, qui affirment que ces corpuscules, auxquels ils donnent le nom nouveau de *microzymas*, sont par eux-mêmes des ferments énergiques, des ferments producteurs d'alcool.

Sans avoir pu, faute de temps, appuyer notre opinion par des épreuves assez nombreuses, nous croyons néanmoins avoir saisi, sans illusion d'optique, la transformation lente des granulations moléculaires en cellules-ferment, en l'observant sur le microscope lui-même. Nous serions flatté de voir ceux que cette question peut intéresser recommencer et varier, s'il y a lieu, l'expérience toute classique que nous avons faite à cet égard; elle nous a paru suffisamment probante.

L'idée nous étant venue de semer dans un sol artificiel quelques parcelles d'un végétal cryptogamique quelconque, afin de voir si, dérangé de son milieu normal, il ne pourrait pas provoquer la fermentation, nous allâmes, le 13 janvier, récolter, à même des glaçons formés dans les trous d'une route boueuse où l'eau de pluie était venue s'accumuler, une certaine quantité d'une matière verte, qu'à son aspect particulier nous prîmes tout d'abord pour le *protococcus viridis*. L'examen microscopique nous éclaira de suite sur sa véritable nature. Ce n'était pas ce que nous avions pensé, mais bien le *palmella cruenta*, confervoïdée toute voisine des protococcus ou plutôt des *coccochloris*, mais qui s'en distingue par le développement tétraspore de ses cellules.

Pour les débarrasser des matières étrangères, les lambeaux verdâtres de *palmella* furent lavés, à plusieurs reprises, à l'eau distillée récemment bouillie ; ayant été ensuite trillés un à un avec l'extrémité d'une aiguille emmanchée, ils furent introduits à l'instant dans un petit ballon renfermant quatre-vingts centimètres cubes d'une eau sucrée, additionnée de quinze centigrammes de tartrate acide d'ammoniaque, et d'autant de sel de phosphore. Le mélange liquide avait été préalablement soumis, pendant quelques minutes, à la chaleur de l'ébullition, et le col du ballon fermé par un bouchon en caoutchouc donnant issue à un tube à dégagement lavé aux acides. Une fois les végétations cryptogamiques introduites dans le ballon, on mit plonger dans un bain de mercure l'extrémité recourbée du tube à dégagement, puis cette extrémité fut elle-même engagée sous une petite éprouvette graduée, également pleine de mercure.

Une autre parcelle verdâtre fut déposée et conservée à la manière indiquée plus haut dans une goutte d'eau de levûre sucrée, récemment bouillie et filtrée. Sous la lamelle de verre, avaient été déposées ainsi

trente-neuf cellules, dont vingt-trois se touchaient entre elles ; les autres étaient disséminées seules ou par paquets moins nombreux au milieu du liquide. Plusieurs d'entre elles présentaient un développement endospore réduit à deux cellules aplaties par les deux faces qui étaient en regard et séparées alors par une forte cloison. Une seule montrait le développement tétraspore complet.

Deux ilôts étrangers, le premier de trois, le deuxième de cinq cellules ellipsoïdes, diaphanes, étaient isolés dans l'océan liquide ; leur diamètre était au moins double de celui du m. glycosi.

Au bout de vingt à vingt-quatre heures d'exposition sous la lame de verre, la matière, d'un vert tendre, due à la chlorophylle des utricules de palmella, avait entièrement disparu ; elle était remplacée par un pigment jaunâtre. Les deux amas de cellules ovoïdes n'avaient subi aucun changement. Le troisième jour, les cellules jaunies paraissaient se modifier profondément, et, dans celles surtout qui étaient isolées dans le liquide, le contenu interne, confus de prime abord, prenait un aspect plus uniforme ; de petites cellules, en très-grand nombre, semblaient vouloir s'y former. Les ellipsoïdes observés primitivement n'avaient aucunement changé ; leur présence n'était, d'ailleurs, qu'un accident de préparation, et nous dirons de suite que telles elles étaient au début de l'observation, telles elles furent jusqu'à la fin. Constamment elles affectèrent un groupement accidentel, et l'on ne vit chez elles nulle trace de bourgeonnement.

Le quatrième jour, trois cellules de palmella, à parois plus minces, sont remplies de sphérules très-bien organisées. Toutes les autres semblent subir le même travail. Le cinquième jour, le phénomène se généralise. Le sixième, enfin, plusieurs cellules mères sont crevées, et, dans le liquide qui avoisine leurs dépouilles, se trouve un amas de cellules identiques à la levûre de bière, à cela près d'un diamètre un peu plus faible. Ces cellules, désormais, croissent et végètent comme la levûre normale.

Dès le cinquième jour, le liquide du petit ballon s'est troublé ; les détritus de palmella qui en tapissent le fond sont le siége d'une modification profonde. Trois petits flocons de mucédinées, qui étaient venus les jours précédents s'essayer à la vie, en montant à la surface du liquide, sont arrêtés dans leur développement, et ils retombent

bientôt sous forme d'expansions glaireuses. Le sixième jour, des bulles gazeuses sortent du milieu même des palmella modifiés ; ces bulles, dans leur mouvement ascensionnel, viennent se rassembler à la surface du liquide, immédiatement au-dessus des lambeaux cryptogamiques qui leur ont donné naissance. Le septième jour, la fermentation, qui languissait la veille, devient plus active, et l'on recueille dans l'éprouvette un gaz qui peut être examiné.

Sur huit centimètres cubes de gaz recueillis ce même jour, deux et demi sont absorbés par la potasse, deux autres par l'acide pyrogallique ; le reste est constitué par de l'azote. Au fur et à mesure que la fermentation s'avance, la proportion d'acide carbonique augmente ; en même temps celle de l'oxygène diminue, et, quant à l'azote, il a presque entièrement disparu. Le dixième jour, le gaz dégagé dans l'éprouvette est absorbé aux neuf dixièmes de son volume par la potasse. Cette proportion se maintient jusqu'au 2 février, jour où l'on met fin à l'expérience.

Le contenu du ballon est lactescent, ce qui tient à ce que la fermentation n'est pas encore terminée, ainsi que le prouve un essai en petit par la liqueur cupro-potassique. Le liquide rougit le papier de tournesol bleu, et présente une odeur mixte d'alcool et d'éther acétique.

A l'examen microscopique, on trouve, dans le dépôt du fon ddu ballon, des milliers de cellules se tenant par bourgeonnement. Ces cellules sont de deux sortes : les unes, moins nombreuses, sont sphériques, et moitié au moins plus grosses que celles de la levûre normale ; les autres, qui ont une forme très-allongée, sont, au contraire, beaucoup plus petites que cette dernière ; à peine peut-on trouver quelques globules présentant une certaine ressemblance avec le m. glycosi.

La liqueur, introduite dans une petite cornue de verre, est soumise à la distillation, à la chaleur du bain-marie. On recueille vingt-cinq centimètres cubes d'un liquide incolore, un peu acide, d'une odeur aromatique agréable, et qui marque six degrés à l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac. Quelques centimètres cubes du liquide distillé, introduits dans un tube à expérience, et chauffés à l'ébullition, produisent des vapeurs qui brûlent avec une flamme bleue à l'approche d'un corps

enflammé. Une autre portion, traitée à chaud par un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, dégage l'odeur caractéristique de l'aldéhyde. Une dernière partie, enfin, que l'on fait tomber lentement et par gouttelettes sur du noir de platine, donne une quantité suffisante d'acide acétique pour que celui-ci, étant saturé par le carbonate de soude, donne assez d'acétate, pour qu'en le chauffant au contact de l'acide arsénieux, il dégage l'odeur repoussante et *suî generis* de la liqueur fumante de Cadet.

Cette dernière réaction, que nous devons à l'un de nos amis et collègues, M. Debrun du Bois-Noir, qui, soit dit en passant, nous a aidé, combattu même dans toutes nos expériences; l'essai préliminaire par l'alcoomètre, la transformation partielle du liquide en aldéhyde, son inflammation après échauffement préalable, voilà quatre épreuves qui, certes, ne laissent nul doute sur la présence de l'alcool dans le produit examiné.

La fermentation a donc été assez énergique, quoique lente, et nous ne pouvons attribuer celle-ci, dans ces circonstances anormales et toutes exceptionnelles, qu'à la manifestation chimique de la métamorphose physiologique que nous avons été à même de suivre sous le microscope, dans le contenu des cellules du *palmella cruenta*.

On ne saurait obtenir dans ces sortes d'expériences des résultats aussi nets, aussi tranchés que dans le cas où l'on opérerait avec de la levûre normale. L'acidité de la liqueur prouve que des phénomènes secondaires, qu'une autre fermentation, peut-être, s'est développée de concert avec la fermentation alcoolique. La forme particulière des globules observés après l'expérience, et qui ne pourraient être qu'une variété de levûre, puisque variété nombreuse il y a, c'est M. Pasteur lui-même qui l'affirme, plaide aussi en faveur de l'hypothèse d'une fermentation complexe.

Il n'en est pas moins vrai que les phénomènes observés ici, au point de vue de la genèse particulière de la levûre qui s'est développée dans le ballon, sont on ne peut plus curieux, et qu'on ne saurait se refuser à admettre, en-dehors de la mutabilité même des germes, des actions physiologiques toutes spéciales, des facultés créatrices dues aux granulations moléculaires elles-mêmes, et développées alors qu'elles se sont trouvées dans des conditions favorables à leur évolution.

Ainsi se trouverait expliquée l'expérience fondamentale de Gay-Lussac consistant à introduire un grain de raisin au-dessus du mercure dans une petite éprouvette, ce grain ne fermentant pas, quoique écrasé, tant qu'on n'a pas fait intervenir une bulle d'air au sein de la liqueur sucrée. Dans cette épreuve, en effet, il est fort contestable que l'unique bulle gazeuze, introduite après coup, puisse renfermer toujours le ferment propre à développer la fermentation du moût emprisonné au sommet de la colonne mercurielle. La petite quantité d'oxygène libre amenée dans la masse aurait pour effet d'ébranler tout d'abord l'équilibre des fluides renfermés dans les cellules du grain de raisin ; cette faible quantité d'oxygène servirait précisément à l'organisation première des granulations moléculaires de ces mêmes utricules, et ce seraient celles-ci qui, une fois modifiées, développeraient la fermentation qui, comme on le sait, ne se déclare jamais qu'après un certain temps, qu'après, en quelque sorte, une certaine période d'incubation.

Ainsi se trouverait également confirmée l'opinion de Fabroni, de l'avis duquel le ferment concentré près de la paroi interne de la pellicule des grains de raisin n'entrerait en fonction qu'alors que ces grains seraient déchirés mécaniquement, qu'alors, pour ainsi dire, que la vie désindividualisée du grain se serait agrandie et multipliée dans ses différentes parties.

Il nous est avis même que, dans toute fermentation d'un jus sucré naturel, suc de fruits en général, le ferment n'a pas d'autre origine que celle des granulations des cellules parenchymateuses qui ont fourni la liqueur. Cette opinion, d'ailleurs, est en parfaite harmonie avec ce fait bien avéré que les cellules de ferment, qui se développent dans les liquides fermentescibles retirés de l'organisation vivante, y apparaissent tout d'abord en quantité prodigieuse à la fois, et que, si ceux qui viennent de l'air étaient leur unique source, leur accroissement serait lent et graduel ; ce qui est en désaccord avec l'observation. Il en serait tout autrement dans un liquide bouilli ou simplement filtré, car celui-ci est privé alors des cellules mères propres à fournir le ferment, et, dans ce cas, l'origine aérienne est la seule qui soit et doive être admissible.

On trouvera peut-être dans ces conceptions hardies quelque revirement vers le système des molécules organiques de Buffon, qui n'avait lui-même emprunté ses idées qu'au prêtre catholique Needham, l'illustre

antagoniste de l'abbé Spallanzani. Nous nous écartons toutefois des théories de Buffon, par cela seul que le grand naturaliste argumentait alors sans preuves palpables, par cela seul que sa doctrine, embrassant un champ beaucoup trop vaste, la faisait tomber dans les régions nuageuses du mystère et de l'impénétrable.

Malgré le double contrôle de la métamorphose des palmella observée sous le microscope, on pourrait contester le rôle du cryptogame dans la fermentation précédemment décrite, et reporter l'action fermentative sur les corps étrangers introduits forcément avec lui. On avouera toutefois que les cellules de palmella se trouvant en quantité tout-à-fait prépondérante par rapport à ces corps, on ne saurait raisonnablement penser que ce ne sont pas elles qui sont la cause vraiment initiale, la cause vraiment majeure des phénomènes observés.

Peut-être aussi la modification morphologique et physiologique se serait-elle étendue aux rares spores de mucédinées entrevues au début de l'expérience. Ce ne serait alors même qu'une confirmation de l'opinion de Turpin et de tant d'autres sur l'origine des levûres.

On ne saurait, en effet, refuser à la spore de la mucédinée elle-même une grande élasticité physiologique, élasticité corrélative surtout du manque d'oxygène dans les milieux fermentescibles, et, lorsque, tout-à-l'heure, nous verrons à quel caractère fondamental se distinguent les êtres ferments des autres êtres, cellulaires comme eux, nous ne serons pas étonnés de voir des organismes d'une structure aussi simple servir d'adjuvants aux ferments types, alors que les milieux seraient pour eux cause prédisposante. Ce ne serait qu'un cas particulier de la mutabilité des germes, et l'expérience, d'ailleurs, s'est chargée de répondre pour nous.

Ayant semé dans plusieurs matras les spores bleues ou verdâtres de deux variétés de penicillium qui croissent sur les citrons gâtés, dans des liquides nourriciers, préalablement bouillis et mis en contact avec l'air par des tubes plusieurs fois recourbés sur eux-mêmes, nous n'avons remarqué dans aucun d'eux le moindre indice de fermentation. Les penicillium se sont développés, au contraire, aux dépens du sucre, de l'azote et des phosphates des liqueurs, comme ils le font à l'air libre, dans leurs milieux naturels, et, après une quinzaine de jours de végétation, toute trace de sucre avait disparu, sans qu'on pût reconnaître dans la liqueur la présence de l'alcool.

Mais, chose digne de remarque, ayant projeté quelques lambeaux des penicillium développés à la surface des liquides précédents dans des mélanges sucrés récemment bouillis et refroidis, ceux-ci ont donné lieu à une fermentation très-active, alors que les flacons, ayant été bouchés, on n'a pas permis l'échange avec l'air atmosphérique.

De la poussière de penicillium croissant sur les oranges, introduite de même dans un mélange artificiel, alcalinisé par le bicarbonate de potasse, a donné lieu à la fermentation lactique, et nous avons pu extraire de la liqueur du lactate de potasse.

De la même poussière, semée dans un ballon renfermant une solution sucrée analogue, mais non alcalinisée, l'air ayant seulement été intercepté par une couche d'huile versée à la surface du liquide, a donné naissance, au bout de cinq jours, à la fermentation alcoolique.

Ajoutons, en dernier lieu, que des solutions sucrées, additionnées de sels assimilables, c'est-à-dire que les mêmes liquides artificiels, soumis à l'ébullition, et conservés dans des flacons dont le bouchon livrait passage à des tubes recourbés sur eux-mêmes, sont restés intacts pendant plus d'un mois, après quoi ils furent laissés de côté.

Nous avons varié ces derniers essais de toutes les manières possibles, constamment ils nous ont donné les mêmes résultats. Nous affirmons même que quiconque les répétera, dans les conditions où nous avons opéré, ne saurait, sans parti pris, nous donner un démenti formel.

De tous ces faits, il reste donc bien avéré pour nous : 1° que, malgré que l'air soit la source la plus commune des ferments, ce disséminateur universel n'est pas toujours indispensable à leur formation originelle; 2° que la panspermie pure et simple, abstraction faite de la mutabilité des germes, est impuissante à expliquer leur origine dans tous les cas; 3° enfin, que du moment où les reproducteurs des ferments ne se trouveraient pas en nature dans les liquides normaux retirés de l'organisation vivante, les granulations renfermées dans les cellules non brisées qu'on rencontre forcément dans ceux-ci, sont susceptibles de s'accroître et de devenir, après modification, des ferments actifs, aptes à se reproduire, et possédant en tous points le caractère des ferments proprement dits.

La panspermie, la mutabilité des germes et leur formation possible dans les cellules vivantes, voilà donc trois moyens d'action qui se simplifient l'un par l'autre. Ajoutons, enfin, qu'ils annihilent d'une manière évidente la croyance aux genèses spontanées.

IV.

Animaux et végétaux supérieurs, animaux et végétaux inférieurs, tous ont besoin, pour bâtir leur charpente et étager les matériaux de leur construction interne, de carbone, d'oxygène, d'hydrogène, d'azote et de quelques matières inorganiques parmi lesquelles il faut citer surtout les phosphates alcalino-terreux, associés ordinairement à des traces de fer, de soufre et de silice. Tous ils satisfont au double mouvement d'assimilation et de désassimilation.

Les ferments ne font pas exception à la règle générale. Mais si les phénomènes physico-chimiques de nutrition qui se passent chez eux sont absolument identiques à ceux qui régissent tous les êtres de la création, il n'en est pas de même des actes physiologiques de respiration auxquels ils obéissent.

Toutes les créatures, depuis les plus élevées dans l'organisation jusqu'aux plus simples, ne peuvent se nourrir et respirer qu'en assimilant, dans leurs organes, de l'air, ou, autrement dit, du gaz oxygène libre. Qu'on leur enlève ce principe vivificateur, et immédiatement la vie les abandonne.

Pour les ferments, il n'en est pas de même. Leur résistance vitale est si grande, leur respiration tellement active, qu'ils prennent cet oxygène, qui leur est non moins indispensable qu'à tous les autres, non plus à l'air, mais en l'arrachant aux combinaisons elles-mêmes qu'ils ont mission de tranformer.

La mucédinée, déjà, cette proche parente du ferment, à l'instar des parties d'une plante phanérograme, privées de chlorophylle, se rapproche de l'animal supérieur par son mode de respiration. Elle pompe l'oxygène de l'air, elle l'insinue dans ses mailles cellulaires, puis elle le rejette

sous forme d'acide carbonique, sans se donner la peine de décomposer celui-ci. Le ferment, lui, aspire à des fonctions plus élevées encore.

Nous n'entrerons pas dans le détail des expérimentations nombreuses et suivies que M. Pasteur a faites après avoir découvert cette propriété toute spécifique des ferments, en l'étudiant d'abord à propos du ferment butyrique. Si nous consignons le fait, c'est qu'il est capital, et qu'il explique de la manière la plus satisfaisante la mission toute spéciale qui a été révolue aux ferments.

Ainsi donc, se distinguent désormais dans la physiologie comparée des êtres trois modes différents de respiration : le premier, la respiration animale (pulmonaire, branchiale, trachéenne et sous-phytologique), consistant en une inspiration incessante de l'oxygène mélangé à l'air ou en dissolution dans l'eau, suivie de l'expiration complémentaire de l'acide carbonique ; le second, la respiration végétale ou foliacée, contrebalançant la précédente par l'inspiration, sous l'influence des rayons solaires, de l'acide carbonique rejeté par les animaux dans l'atmosphère, avec fixation de charbon dans les tissus de la plante, et expiration d'oxygène ozonisé; le troisième enfin, indépendant des deux autres, et qui est la respiration fermentative.

Chez certains ferments, la respiration intra-oxygénée, c'est-à-dire à l'aide de l'oxygène combiné à la matière organique, est tellement exaltée, tellement fatale, que ce gaz à l'état de liberté les tuerait, si des causes inverses ne venaient les priver de son contact, témoins les ferments animaux.

Il ne s'ensuit pas de là pourtant qu'il faille considérer les ferments comme de purs agents de désoxydation, ce qui serait une grave erreur. Dans toute fermentation, il y a simple dédoublement de la matière organique, et si la désoxydation de la substance est réelle, elle n'est aussi que tout-à-fait partielle ; ce n'est là qu'une affaire d'emprunt largement compensée par les produits qui en résultent. La quantité de ferment produite après une fermentation est toujours très-faible si on la compare au poids de la substance qui a subi la métamorphose chimique, sous son influence particulière. Si le ferment enlève de l'oxygène à la matière organique elle-même, c'est autant de sacrifié, c'est vrai, mais, qu'est-ce que cette perte, si perte même il y a, en comparaison de l'énergie de l'action chimique qui en est la conséquence?

Qu'est-ce que cela, à côté des puissantes réactions de diastase opérées par les principes solubles que les ferments cèdent aux liqueurs fermentescibles, pendant le mouvement exosmotique de désassimilation? Au rôle physiologique du ferment, se rattache forcément un phénomène d'ébranlement moléculaire qui, communiqué de proche en proche à toute la masse fermentescible, est la cause principale de son dédoublement. Si la théorie dynamique des ferments ne satisfait pas entièrement l'esprit, elle n'en est pas moins indispensable, et quelque vague qu'il paraisse y avoir à cet égard, on ne peut se refuser à admettre que les fermentations, tout étant corrélatives de la vie des ferments, le sont non moins de leur action de présence.

Nous avons admis la mutabilité des germes atmosphériques, nous avons admis la transformation des granulations moléculaires diverses en cellules-ferments, en vertu d'une cause prédisposante due au manque plus ou moins complet d'oxygène libre dans les milieux où ils sont appelés à vivre. Admettrons-nous maintenant qu'un être, qui a vécu comme ferment, ait la faculté de retourner à la vie aérienne, et que, dans son nouvel essor, il soit en état d'accomplir une mission qu'il n'avait pas tout d'abord? Toutes choses égales, d'ailleurs, il y a moins loin de cette supposition à la première, et, s'il est une chose qui étonne, c'est de voir que M. Pasteur, qui a si bien pressenti cette propriété vacillante du ferment, dans sa fonction respiratoire, n'ait pas eu l'idée toute naturelle d'une mutabilité plus générale, et qui est la condition nécessaire de certains êtres cellulaires. « La petite plante cellulaire, appelée levûre de bière, dit M. Pasteur, peut se développer sans gaz oxygène libre, et elle est ferment, double propriété qui la sépare alors de tous les êtres inférieurs ; ou bien, elle peut se développer en assimilant du gaz oxygène libre, et avec une telle activité que l'on peut dire que c'est sa vie normale, et elle perd son caractère ferment, double propriété qui la rapproche, au contraire alors, de tous les êtres inférieurs. » A propos des putréfactions, il ajoute encore : « Je réserve toujours la question de savoir si les ferments ne deviennent pas aérobies dans certaines circonstances d'anaérobies qu'ils sont, lorsqu'ils agissent comme ferments. » Voilà des idées intuitives nettes, profondes, et cependant M. Pasteur, tout en reconnaissant à la levûre de bière la possibilité de vivre au contact de l'oxygène libre, n'ose pas s'avouer à

lui-même, ce qui doit être, qu'elle peut alors donner naissance en se modifiant à diverses variétés de végétations inférieures. Elle n'est plus alors levûre de bière, c'est vrai, et l'on ne peut pas dire qu'en observant le développement de la nouvelle plante, ce soit celui d'une levûre. On retomberait dans la même confusion que Turpin, et, s'il est vraisemblable que la levûre puisse devenir une mucédinée, par exemple, alors que, renversant son rôle, on la torture de manière à la faire se métamorphoser elle-même, elle n'en reste pas moins un végétal complet et tout particulier, quand, pendant sa vie bourgeonnante, elle accomplit le rôle d'une levûre proprement dite.

Un autre aveu de M. Pasteur : « L'eau de levûre sucrée est constituée à la manière du moût de raisin, du moût de bière, du jus de betteraves, etc., liquides qui, exposés au contact de l'air ordinaire, entrent facilement en fermentation. Or, dans un nombre considérable d'expériences disposées comme je l'ai dit précédemment, et où j'ai semé les poussières de l'air dans de l'eau de levûre sucrée, il ne m'est jamais arrivé d'obtenir la fermentation du liquide sucré. Je montrerai ultérieurement que cette particularité tient au rapport qui existait dans mes expériences entre les volumes de l'air et du liquide. » Pourquoi M. Pasteur, qui entrevoyait si bien la mobilité des résultats, n'a-t-il pas entrevu et expérimenté la mutabilité de ces poussières qui peuvent tour-à-tour être ou n'être plus ferments ? Là pourtant était tout le mystère.

La mutabilité, qu'on nous pardonne d'y revenir, est donc bien une condition vraie, nécessaire et fatale. Elle est vraie pour la forme, elle est vraie surtout pour le rôle. Est-il bien prouvé, d'ailleurs, que le rôle du granule de ferment soit constamment corrélatif de son diamètre ou de son contour morphologique ? Ce n'est là qu'une affaire de tolérance d'absorption nutritive d'une paroi de cellule. On admet, au contraire, des variétés de telle ou telle levûre; or, la variété ne rentre-t-elle pas ici dans la mutabilité ? Revenons au rôle particulier des ferments.

Une multitude de végétaux supérieurs ont pour mission de fabriquer des matières glycogènes. Le sucre qu'ils ont élaboré reste du sucre tant qu'il séjourne dans son tissu générateur, et si la plante qui l'a fourni est arrachée du sol, elle peut, quoiqu'en s'étiolant, quoiqu'en se desséchant même, garder assez d'énergie vitale pour le conserver

vierge de toute décomposition. Mais alors que, pressuré à même son parenchyme, le liquide sucré a coulé au contact de l'air, il doit se modifier. Un ferment organisé, le plus commun de tous, a sa tâche attitrée pour cela. Qu'il s'agisse de jus sucrés naturels ou artificiels, il n'a pas de préférence, et constamment le sucre, sous son impulsion, se dédouble en eau alcoolisée et acide carbonique, avec formation intermédiaire et constante de quelques produits peu importants, parmi lesquels on cite surtout la glycérine et l'acide succinique. Le chimiste, avec les lumières de la synthèse, peut, lui aussi, à l'aide de quelques carbures d'hydrogène, à l'aide du gaz de l'éclairage, entr'autres, faire de l'alcool sans le demander à une plante cellulaire, mais à quel prix lui est-il loisible de créer cet alcool? Le vin, le cidre, la bière sont, pour nous autres Européens, trois boissons salutaires dont nous sommes redevables à la levûre alcoolique. C'est à elle aussi que les Indiens doivent leur vin de palmier, les Tartares leur koumis, les Mexicains leur pulque; c'est à elle, en un mot, que tous les peuples doivent leurs boissons journalières. Ne nous fournit-elle pas encore le levain, cet intermédiaire obligé à l'aide duquel la farine brute devient bientôt notre pain quotidien?

Les liquides spiritueux ne se conservent pas longtemps s'ils sont abandonnés à l'air une fois le travail de l'alcoolisation terminé; tout le monde sait qu'ils tournent alors au vinaigre. Un végétal nouveau vient, à point nommé, faire subir à la liqueur cette transformation nécessaire. — Le sucre, pour se changer en alcool, avait dû, tout d'abord, céder au ferment une faible partie de son oxygène. L'alcool, pour s'acétifier, va reprendre, au contraire, une grande quantité de ce gaz, et c'est le mycoderme du vinaigre apporté par l'air qui précisément a mission de le lui fournir. Son développement est rapide; il apparaît d'abord sous forme d'une tache blanchâtre, la tache s'étend, grandit, et bientôt le mycoderme a recouvert de son voile toute la surface du liquide fermenté. Là, il soutire à l'atmosphère de l'oxygène, et, à la façon d'un corps poreux, il le tamise lentement sur la liqueur. C'est alors que l'acétification se déclare; petit à petit, l'alcool imparfaitement brûlé se résout en eau et acide acétique; il y a en même temps formation de petites quantités d'aldéhyde.

Si, à la place du mycoderme du vinaigre, on laisse se développer la

fleur du vin, l'action chimique est plus énergique encore. L'acide acétique, formé tout d'abord, est brûlé à son tour en ses propres éléments, eau et acide carbonique.

Bizarre anomalie, dira-t-on, voilà des mycodermes qui sont de singuliers ferments. Leur action est, en effet, en opposition formelle avec celle des véritables ferments, telle qu'elle a été décrite plus haut d'une manière générale, telle que la fermentation du sucre en particulier nous en a fourni un exemple. Ce ne serait pas être conséquent avec soi-même que de voir des fermentations dans ces actions oxydantes toutes particulières, alors que la fermentation consiste en des effets tout opposés. Les ferments vivent en-dehors du contact de l'air ; c'est à cette condition spéciale qu'ils doivent leur caractère ferment, et pour qui a bien observé la fermentation type, la fermentation alcoolique, a vu que toujours la levûre agissait seulement alors que, plongée au sein du liquide, elle était soustraite à l'action de l'air. Or, quand on voit la fleur du vinaigre oxyder le vin pour en faire de l'acide acétique, la fleur du vin oxyder à son tour le vinaigre pour le réduire à l'état de composés simplement minéraux ; quand on voit ces deux plantes à la fois n'opérer leur rôle qu'à la condition de se développer à la surface des liquides ; quand on voit, enfin, tout phénomène d'oxydation cesser lorsqu'elles sont submergées, c'est-à-dire alors qu'elles sont mises en état d'agir comme ferments, il est irrationnel de les assimiler à ces derniers.

Le rôle des deux nouveaux mycodermes est, en tous points, comparable à celui des végétations inférieures qui croissent en absorbant l'oxygène de l'air. Comme elles, ce sont de purs agents de combustion, et, à moins de renverser une classification basée sur un phénomène physiologique tout contraire, on doit rayer désormais le m. vini et le m. aceti de la liste des ferments.

Nous ne nous arrêterons pas aux actions de dédoublement opérées par les ferments que nous avons décrits à la hâte au chapitre deuxième de notre mémoire. Ce serait rentrer dans le domaine de la chimie pure, et nos intentions, on le sait, n'ont été qu'accidentellement dirigées de ce côté. Ceux-là cependant rendent de grands services au chimiste, car, sans s'en douter souvent, il ne saurait obtenir certains composés organiques d'une préparation délicate et longue, si ces ouvriers

infatigables n'étaient pas là pour le seconder. Leur labeur est aussi vaste qu'économique ; toujours c'est avec usure qu'ils rendent à l'homme le peu qu'il a bien voulu leur confier, et l'on ne saurait mieux les appeler qu'en les dénommant les *ferments industriels*.

A côté de ces actions intermédiaires et locales, les ferments président à des réactions beaucoup plus générales. Agents hygiéniques et réparateurs, par excellence, c'est là surtout que leur caractère ferment se dessine, c'est là surtout que leur rôle est vraiment admirable, vraiment providentiel. Séparer toutefois leur mission propre de celle des myriades d'êtres cellulaires, qui couvrent de leur manteau mouvant la surface du globe tout entière, serait chose impossible. Le travail des uns se complète par celui des autres ; presque toujours ils agissent en commun, et leur liaison est tellement indispensable qu'on serait tenté de croire qu'ils naissent parfois les uns des autres, et qu'en vertu de la simplicité de leurs organes, ils changent à leur gré d'attributs et de forme.

On a longtemps pensé que les matières mortes, abandonnées à elles-mêmes, subissaient une série de décompositions que les forces chimiques ou physiques ordinaires suffisaient à expliquer, mais on était dans l'erreur. L'oxydation directe des matières organiques au contact de l'air est incessamment corrélative de la présence d'êtres microscopiques, et c'est par eux que les cadavres de toutes sortes, dont les dépouilles se renouvellent chaque jour, disparaissent pour reprendre insensiblement la forme minérale qu'ils avaient à l'origine.

Il faut distinguer dans toute putréfaction deux genres d'actions chimico-physiologiques : l'action fermentative et l'action comburante. L'une ne marche pas ordinairement sans l'autre, mais elles n'en sont pas moins pour cela séparées et distinctes. Les ferments putrides qui commencent la métamorphose font tout d'abord passer les matières inanimées par des combinaisons de plus en plus simples. Ces combinaisons décroissantes sont reprises à leur tour par d'autres êtres non ferments qui les brûlent en leurs propres éléments, et ce sont ces éléments eux-mêmes qui retournent à l'atmosphère.

Toute matière qui affectait l'état solide avant la putréfaction, doit d'abord se liquéfier. Les liquides des viscères animaux sont envahis les premiers par les vibrions ferments ; ces liquides réagissent bientôt

sur les solides, et c'est lorsque la matière cadavéreuse est réduite ainsi à l'état de bouillie grasse qu'elle se prête le plus rapidement à la décomposition finale.

Si le milieu putrescible renferme de l'air à l'origine, des animaux ou des végétaux cellulaires, selon la nature alcaline ou acidule des liqueurs, se développent en grand nombre dans son sein, et bientôt ils ont soustrait à la masse tout son oxygène en lui substituant de l'acide carbonique. Ces premiers êtres, réduits à l'état de cadavres, sont remplacés à leur tour par les ferments véritables. Sous leur influence, l'azote de la matière organique, arraché à ses combinaisons oxygénées, se transforme en ammoniaque; les phosphates, les sulfates deviennent simultanément phosphures et sulfures. Pendant cette action tout à la fois désoxydante et dynamique des ferments, diverses moisissures, quantité d'infusoires ciliés, comburent à la surface du magma putrilagineux les divers produits intermédiaires qui se sont développés à l'intérieur. Ils préservent en même temps les vibrions ferments de l'action toxique de l'oxygène de l'air. La décomposition putride donne lieu à plusieurs acides organiques, qui n'ont pas été bien étudiés, mais c'est à ces composés qu'il faut attribuer surtout l'odeur mixte de sulfhydrate d'ammoniaque et d'acide butyrique que dégagent les combinaisons instables formées pendant la putréfaction.

Le développement naturel et complémentaire des êtres qui vivent aux dépens de la matière organique déjà modifiée par les ferments explique pourquoi les cadavres exposés sous l'eau ou à l'air libre se décomposent beaucoup plus vite que ceux qui, enfouis sous le sol, ne passent que très-difficilement par l'intermédiaire des actions comburantes.

C'est ainsi pourtant que la vie complète le travail de la mort. Partout des êtres cellulaires fonctionnent; partout ils travaillent à remanier la matière, et ils n'abandonnent celle-ci qu'alors que, réduite à l'état de particules indéfinies, elle ne peut plus rien fournir à leur pâture. L'œuvre destructrive en même temps que réparatrice de ces êtres infimes est donc indispensable au grand ressort de la vie. Sans eux, la vie deviendrait impossible, car, s'ils n'étaient pas là, la terre, couverte d'un linceul lugubre, ne produirait plus rien; à la place du printemps, à la place des fleurs, ce ne serait plus que le néant et la mort.

S'il est vrai qu'après l'extinction de la machine vivante le corps des animaux est la proie de parasites de toutes sortes, il n'en est pas exempt non plus dans certaines circonstances de la vie. Le docteur Lemaire, qui, au point de vue de l'hygiène, a fait des études très-originales sur les infusoires, s'est assuré que, dans l'état de santé parfaite, l'économie végétale ainsi que l'économie animale ne recélaient aucun germe d'êtres microscopiques. Ceux, au contraire, qui pénètrent incessamment dans l'organisme par les voies respiratoires ou par l'intermédiaire des boissons et des aliments, se trouvent détruits sous l'influence des fonctions normales de la vie, et aucun d'eux ne saurait alors passer en nature dans la circulation générale. Il en est autrement dans l'état de maladie.

L'étude des maladies épidémiques, entr'autres, est liée d'une manière indissoluble à celle des ferments proprement dits. Les affections virulentes ont pour cause des agents morbides qui peuvent incontestablement rentrer dans la même catégorie, et quoique l'histoire de la pathologie animée ne soit encore qu'à son berceau, il y a tout lieu d'espérer que, les causes étant connues plus à fond, on parviendra, sinon à arrêter toujours les ravages de maladies considérées jusqu'à ce jour comme mortelles, on parviendra du moins à en atténuer les effets d'une manière prudente et sûre.

La contagion miasmatique, confondue en médecine sous le nom général *d'infection*, est subordonnée à la présence d'êtres ou de corpuscules animés qui, se multipliant dans le sang ou les tissus du sujet malade, sont susceptibles de se propager par la voie panspermique. L'atmosphère qui porte la vie transporte donc en même temps la mort, et lorsque les germes malsains qu'elle charrie rencontrent un terrain vivant propre à leur évolution physiologique, ils n'y engendrent, hélas! qu'une moisson trop féconde.

La peste, le typhus, le choléra, la fièvre jaune, les fièvres intermittentes ou paludéennes, d'une part; de l'autre, la syphilis, le croup, la variole, la blennorrhée, la morve, le charbon, la clavelée, la muscardine et tant d'autres fléaux qui s'attaquent à l'homme ou aux animaux, ce sont là autant de calamités dont le point de départ, dont la transmissibilité immédiate ou à distance, a quelque chose de comparable à l'action propre des ferments. Il en est de même de la

maladie de la vigne, de celle de la pomme de terre et de la plupart des maladies épiphytiques.

Fatalité, diront les philosophes ! Pourquoi donc cette intimité, cette connexion entre le remède et le poison ; pourquoi à côté de l'action bienfaisante et purificatrice des ferments, l'action terrible et si souvent funèbre des agents provocateurs des maladies contagieuses ? Ce n'est là, sans doute, qu'une anomalie apparente. Il est de ces questions auxquelles la science, auxquelles la médecine en particulier, ne sauraient répondre catégoriquement.

Il n'en est pas moins certain qu'il reste encore beaucoup à glaner dans le vaste champ des infiniments petits. Cette étude, approfondie comme elle l'est déjà, nous montre néanmoins que, dans la nature, tout se lie, tout s'enchaîne et se confond dans la même harmonie. Qu'on envisage les plus simples phénomènes qui se déroulent à la surface de la croûte terrestre, qu'on pénètre du regard le plan majestueux de l'univers tout entier, et l'on arrive à cette conception grandiose et vraie, tout à la fois, que rien ici-bas n'est livré au caprice du hasard. L'homme, comme les autres êtres, a sa mission à remplir, et si cette mission il la tient de Dieu, celle des infiniments petits n'a certainement pas d'autre mobile, elle n'a pas non plus d'autre source que la source divine.

Vu :
Bon à imprimer.

Le Directeur de l'Ecole de Pharmacie de Paris,

BUSSY.

Vu,
Et permis d'imprimer.

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

A. MOURIER.

NEUFCHATEL — IMPRIMERIE DE TH. DUVAL, PETITE RUE NOTRE-DAME.